Antropologia fizyczna

Pod redakcją
Andrzeja Malinowskiego

1000010509

Warszawa — Poznań 1980
Państwowe Wydawnictwo Naukowe

Praca dotowana przez Ministerstwo NSzWiT

489352

Skrypt przeznaczony dla studentów biologii, psychologii, pedagogiki, medycyny, stomatologii, archeologii, etnografii i wychowania fizycznego.

Redaktor
Zofia Domańska

Korektor
Zofia Kernlajn

© Copyright by Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1980

ISBN 83-01-02569-7

Spis treści

Przedmowa 7
Wstęp 9

Część pierwsza. **Antropologia filogenetyczna**

Rozdział 1. **Miejsce człowieka w świecie zwierząt** (Jan Strzałko) 13
Ogólna charakterystyka rzędu naczelnych 14
Przegląd rodzin współczesnych naczelnych 16
Niektóre aspekty ekologii naczelnych 30

Rozdział 2. **Filogeneza naczelnych — antropogeneza** (Jan Strzałko) 39
Problematyka hominizacji 39
Chronologia procesu hominizacji 41
Ewolucja małpiatek i małp 43
Pojawienie się rodziny *Hominidae* 47
Pojawienie się rodzaju *Homo*, etap pitekantropa 54
Pojawienie się gatunku *Homo sapiens* — etap człowieka neandertalskiego . . . 58
Górny paleolit — człowiek współczesny (*Homo sapiens sapiens*) 63
Czynniki hominizacji 65

Część druga. **Antropologia morfologiczna i fizjologiczna**

Rozdział 1. **Porównanie cech budowy anatomicznej człowieka i innych naczelnych** (Andrzej Malinowski) 73
Układ nerwowy ośrodkowy 76
Układ kostny 77
Układ mięśniowy 89
Układ oddechowy 93
Układ naczyniowy 93
Układ moczowo-płciowy 94
Układ trawienny 95

Rozdział 2. **Zróżnicowanie cech budowy somatycznej człowieka** (Andrzej Malinowski) 99
Dymorfizm płciowy 100
Zaburzenia rozwoju płciowego 107
Konstytucja 108
Postawa ciała 121
Symetria i asymetria ustroju 125
Budowa ciała i jej geograficzne zróżnicowanie 128
Dermatoglify 134
Morfologia koron zębów 139
Pigmentacja 141

Rozdział 3. **Zróżnicowanie fizjologiczne i biochemiczne człowieka** (Andrzej Malinowski) 144
Zróżnicowanie serologiczne 146
Białka grupowe surowicy krwi 153
Rytmy biologiczne 156
Niektóre aspekty związków między strukturą a funkcją ustroju 162

Część trzecia. **Antropologia populacyjna**

Rozdział 1. **Ilościowy opis stanu i dynamiki populacji ludzkich** (Maciej Henneberg) 167
Interdyscyplinarny charakter biologii populacyjnej człowieka 167
Wielkość populacji i gęstość zaludnienia 171
Struktura populacji według płci i wieku 173
Ruch naturalny — reprodukcja: urodzenia i zgony 175
Stan biologiczny populacji 193

Rozdział 2. **Genetyka populacyjna człowieka** (Maciej Henneberg) 195
Podstawowe pojęcia: gen, pula genów, struktura genowa i genotypowa 195
Reguła Hardy'ego-Weinberga 198
Markery genetyczne 199
Mutacja 202
Dobór naturalny 203
Losowość kojarzeń i nieograniczona wielkość grupy 208

Rozdział 3. **Rasogeneza** (Janusz Piontek) 217

Rozdział 4. **Klasyfikacje gatunku ludzkiego** (Janusz Piontek) 228
Klasyfikacje przedlinneuszowskie 229
Poglądy Linneusza i systemy klasyfikacji do XX wieku 229
Typologiczne koncepcje zróżnicowania wewnątrzgatunkowego człowieka 238
Koncepcje Polskiej Szkoły Antropologicznej 239
Metody badań typologicznego zróżnicowania populacji ludzkich 241
Zróżnicowanie rasowe gatunku ludzkiego w ujęciu Polskiej Szkoły Antropologicznej 247
Typologiczne koncepcje kierunku morfologiczno-porównawczego 253
Metoda przekrojów korelacyjnych Stołyhwów i ich koncepcje zróżnicowania rasowego człowieka 254
Populacyjna koncepcja rasy 255
Koncepcja klinowej zmienności wewnątrzgatunkowej człowieka 266

Rozdział 5. **Zróżnicowanie człowieka współczesnego** (Janusz Piontek) 271

Rozdział 6. **Ekologia człowieka** (Andrzej Malinowski) 306

Rozdział 7. **Zagadnienia ekologii środowiska pracy** (Andrzej Malinowski) 320

Rozdział 8. **Antropologia a kultura fizyczna** (Andrzej Malinowski) 334

Część czwarta. **Antropologia ontogenetyczna**

Rozdział 1. **Zjawiska rozwoju biologicznego człowieka** (Andrzej Malinowski) . . . 339
Rozwój oraz nauki o rozwoju w systemie nauk 339
Aspekty rozwoju 340
Ontogeneza a filogeneza 343
Etapy rozwoju osobniczego człowieka 343

Rozdział 2. **Zmiany proporcji budowy ciała w rozwoju pourodzeniowym** (Andrzej Malinowski) 375
Wysokość i ciężar ciała 375
Wzrastanie odcinków ciała i zmiany proporcji z wiekiem 377
Uwagi o rozwoju układów i narządów 380
Aktywność ruchowa 396
Układ wewnątrzwydzielniczy a rozwój 397

Rozdział 3. **Czynniki rozwoju osobniczego** (Andrzej Malinowski) 402
Czynniki endogenne — determinatory rozwoju 405
Czynniki endogenne — paragenetyczne i niegenetyczne — stymulatory rozwoju 408
Czynniki egzogenne — modyfikatory środowiskowe rozwoju 410
Tendencja przemian 416

Rozdział 4. **Norma rozwojowa — teoretyczne i praktyczne aspekty rozwoju biologicznego człowieka** (Joachim J. Cieślik, Maria D. Kaliszewska-Drozdowska) 421
Metody badań ontogenetycznych 421
Normalność i norma jako biologiczny układ odniesienia 422
Wiek kalendarzowy i rozwojowy 426
Metody oceny rozwoju biologicznego (morfologicznego) 434
Pomiary antropometryczne podstawowych cech morfologicznych stosowanych w ocenie rozwoju fizycznego 444

Przedmowa

Elementy biologii człowieka w ujęciu populacyjnym i porównawczym wykładane są pod rozmaitymi nieraz nazwami na różnych kierunkach studiów. W gruncie rzeczy więc antropologia, choć w zróżnicowanym zakresie i pod rozmaitymi nazwami, wykładana jest dziś i studiowana na takich kierunkach uniwersyteckich, jak biologia, etnografia, psychologia i pedagogika, na studiach lekarskich: medycyna i stomatologia, na studiach wychowania fizycznego i w ramach ergonomii na kierunkach politechnicznych. Znajomość potrzeb życiowych człowieka w jego kolejnych okresach życia wymaga dziś gruntowniejszej niż dawniej wiedzy o biologicznych właściwościach człowieka — formy zoologicznej, która stanowi uwieńczenie historycznego rozwoju świata. Obok teoretycznych aspektów wiedza antropologiczna znajduje też coraz powszechniejsze zastosowanie w rozwiązywaniu licznych problemów gospodarczych. Mimo różnokierunkowego rozwoju problematyki antropologicznej, literatura traktująca o właściwościach biologicznych człowieka w stanie zdrowia w ujęciu populacyjnym jest ciągle jeszcze nazbyt rzadka. Brak jest monografii naukowych poświęconych różnym działom wiedzy o człowieku, zwłaszcza zaś podręczników i skryptów umożliwiających studiowanie licznych problemów wiedzy antropologicznej. Potrzeby w tym zakresie wymagają zarówno wydania dużego całościowego podręcznika antropologii, jak i podręczników mniej szczegółowych, lecz bardziej specjalistycznie ukierunkowanych, np. dla wychowania fizycznego, medycyny, kierunków uniwersyteckich i inżynierskich.

W okresie powojennym starano się zaspokoić potrzeby dydaktyczne tych rozmaitych kierunków w zakresie opracowań podręcznikowych. W 1955 r. T. Dzierżykray-Rogalski i K. Modrzewska wydali *Zarys antropologii dla medyków*, a w 1973 r. pod red. A. Malinowskiego ukazał się skrypt *Zarys antropologii dla studentów medycyny i stomatologii*. Pozycje te nie zaspokajają dziś potrzeb dydaktycznych studiów kierunków lekarskich. W najlepszej sytuacji znajdują się jedynie studenci wychowania fizycznego. W 1955 r. ukazała się *Antropologia dla studiujących WF* M. Godyckiego, następnie M. Ćwirko-Godyckiego i Z. Drozdowskiego *Antropologia w zakresie wychowania fizycznego* — wyd. I — 1967, wyd. II — 1972 i wyd. III — 1978, *Antropologia sportowa* Z. Drozdowskiego (1972) i wiele pomniejszych skryptów z antropologii ontogenetycznej, fizjologicznej i antropometrii Z. Drozdowskiego, T. Łaskiej-Mierzejewskiej i innych. Równie stosunkowo nieźle zaspokajane są potrzeby dydaktyczne w dziedzinie antropologii ontogenetycznej. Oprócz podręcznika N. Wolańskiego pt. *Metody kontroli rozwoju fizycznego dzieci i młodzieży* — wyd. I — 1965 i wyd. II — 1975, znaleźć można szereg monografii traktujących o rozwoju biologicznym człowieka, a studiujący ten dział antropologii mogą znaleźć w podręcznikach propedeutyki pediatrii czy psychologii rozwojowej potrzebne informacje. Potrzeby dydaktyczne w zakresie antropologii ergonomicznej na krótko wypełnił

podręcznik N. Wolańskiego, S. S. Niemca i M. Pyżuk *Antropometria inżynieryjna* z 1975 r. Wszystkie kierunki studiów, na których wykładana jest antropologia odczuwają szczególnie brak podręcznika antropometrii. Techniki antropometryczne rozwijały się w ostatnich dziesięcioleciach i uzyskały liczne nowe zastosowania. Opracowany przez M. Ćwirko-Godyckiego *Zarys antropometrii* wydany w 1933, 1952 i 1956 r. dawno uległ wyczerpaniu i wymaga już licznych uzupełnień. Dla pewnych kierunków uniwersyteckich wydano *Zarys antropologii* pod red. E. Stołyhwowej (1962), następnie pod red. A. Malinowskiego *Zarys biologii człowieka* (1975). Wydawnictwa te są dziś dla studiujących kierunki uniwersyteckie niedostępne.

Fakt powyższy skłonił nas do opracowania nowego skryptu przeznaczonego głównie dla studentów kierunków uniwersyteckich. Sądzimy jednak, że będzie on również pomocny zwłaszcza dla studentów medycyny. W opracowaniu naszym starano się uwzględnić wszystkie działy antropologii. Niestety ramy niniejszego wydawnictwa nie pozwoliły nam na szersze uwzględnienie metod antropometrycznych. Skrótowo potraktowano również zagadnienia antropologii stosowanej w wychowaniu fizycznym i ergonomii. Innym niedociągnięciem naszego skryptu jest zupełny brak historii antropologii, szerszej prezentacji różnych poglądów na kwestie dotychczas dyskusyjne i w końcu brak spisu literatury podstawowej i uzupełniającej poszczególne działy naszego opracowania.

Mimo tych licznych niedostatków wydaje się nam, że opracowanie nasze przyczyni się do pogłębienia zainteresowań antropologią oraz stanowić będzie pożyteczne źródło wiedzy antropologicznej na różnych kierunkach studiów.

A. Malinowski

Wstęp

Termin antropologia pochodzi od słów greckich: *anthropos* — człowiek i *logos* — nauka. W dosłownym tłumaczeniu jest to więc nauka o człowieku. Szerokie ujęcie antropologii uległo zawężeniu do nauki biologicznej o człowieku, choć dziś jeszcze w wielu krajach wydziela się różne antropologie — fizyczną, kulturową, socjalną itd.

J. Czekanowski definiował antropologię jako naukę badającą człowieka jako biologiczne podłoże zjawisk społecznych. Współcześnie w Polsce poszerzono tę definicję następująco:

> Antropologia jest nauką badającą człowieka jako biologiczne podłoże zjawisk społecznych oraz badającą biologiczne skutki tych zjawisk.

Według T. Dzierżykray-Rogalskiego:

> Antropologia jest to nauka o typogenezie człowieka w aspekcie filo- i ontogenezy zachodzącej w czasie i przestrzeni.

B. Jasicki, S. Panek, P. Sikora i E. Stołyhwo definiują antropologię nieco szerzej. Ich zdaniem jest to nauka o zmienności form organizmu człowieka jako istoty zoologicznej oraz zmienności form przedstawicieli rodziny *Hominidae* w rozwoju rodowym i osobniczym, w aspekcie porównawczym z innymi zwierzętami, w zależności od czynników genetycznych i wpływu środowiska zewnętrznego — biogeograficznego i społecznego.

Antropologia fizyczna — nauka o zmienności cech biologicznych człowieka (morfologicznych i fizjologicznych) w czasie i przestrzeni jest więc biologią porównawczą człowieka, która dzieli się na 3 główne działy:

1. Antropologię filogenetyczną zajmującą się pochodzeniem i rozwojem rodowym człowieka. Dział ten zajmuje się badaniami kierunku i tempa ewolucji istot człowiekowatych na podstawie analiz kopalnych szczątków kostnych. Ważnym elementem badań tego kierunku jest odtwarzanie trybu życia prahudzkich populacji na podstawie danych archeologii, badania związków między środowiskiem przyrodniczym i społecznym, rozwojem cywilizacji a właściwościami biologicznymi tych populacji, które można wyrazić stanem zdrowia (paleopatologia) i miernikami demograficznymi (paleodemografia). W tej grupie zagadnień obok badań paleoekologii prowadzi się obserwacje genezy i ewolucji ludzkich zachowań i organizacji społeczeństwa. Szeroko wykorzystuje się tu badania z zakresu socjologii, psychologii i ekologii współczesnych naczelnych. Wykorzystuje się też dane etnologiczne dotyczące powyższych kwestii w odniesieniu do populacji zbieracko-łowieckich;

2. Antropologię populacyjną — dział ten zajmuje się badaniem zmienności cech morfologicznych i fizjologicznych między populacjami ludzkimi w przestrzeni

geograficznej. Na podstawie genetyki populacyjnej człowieka (antropogenetyki) prowadzi się badania przyczyn i skutków owej zmienności oraz obserwację efektów hybrydyzacji. Kierunek ten zajmuje się badaniem procesów rasogenezy, badaniem dziejów poszczególnych ras ludzkich, ich migracjami, ekspansjami w ciągu tysiącleci. Wykorzystuje się w tym celu analizy szczątków kostnych z cmentarzysk pradziejowych. W końcu, w ramach tego działu prowadzone są badania z zakresu systematyki człowieka w ujęciu zoologicznym — opis poszczególnych odmian i ras ludzkich;

3. Antropologię ontogenetyczną zajmującą się rozwojem osobniczym człowieka, uwarunkowaniami genetycznymi i środowiskowymi tego procesu i jego specyfiką. Stosuje ona metody morfologiczne, biochemiczne, wykorzystuje dane z zakresu odziedziczalności różnych właściwości biologicznych według badań rodzinnych. Badania ontogenetyczne są stosowane w praktyce do określenia normalności rozwoju fizycznego dzieci i młodzieży — normy rozwojowe, znajdują zastosowanie w normalizacji wyrobów masowego użytku oraz są wykorzystywane w ekspertyzach sądowych, ocenach klinicznych itd.

Podstawową techniką badawczą jest antropometria, która stanowi zbiór technik i metod opisowych i pomiarowych. W jej ramach wydziela się kraniometrię zajmującą się pomiarami czaszki, kranioskopię zajmującą się opisem czaszki, cephalometrię zajmującą się pomiarami głowy i cephaloskopię zajmującą się opisem cech morfologicznych głowy. Podobnie w odniesieniu do reszty szkieletu można wyróżnić osteometrię i osteoskopię, a do człowieka żywego somatometrię i somatoskopię. Z pomiarów często wylicza się wskaźniki oddające proporcje budowy ciała, wylicza się też na ich podstawie różnice dymorficzne, rozwojowe itd. Metody pomiarowe wymagają od antropologii stosowania metod statystyki matematycznej, dostosowanej do nauk biologicznych (biometria).

Oprócz prezentowanego tu podziału antropologii liczni autorzy prezentują inne szczegółowe podziały, np. antropologia morfologiczna, fizjologiczna, biochemiczna, seroantropologia, antropologia konstytucjonalna, etniczna, kliniczna, sportowa, ergonomiczna.

W krajach anglosaskich wydziela się oprócz antropologii fizycznej antropologię kulturową traktującą o kulturze materialnej różnych populacji, zwłaszcza znajdujących się na niskich szczeblach rozwoju cywilizacji. Obejmuje ona takie nauki, jak socjologię, etnologię, archeologię, językoznawstwo, historię i teorię kultury. Wyróżnia się również antropologię społeczną (socjalną) zajmującą się historią, zróżnicowaniem przestrzennym i rozwojem form organizacji społecznych (form rządzenia, wierzeń, moralności, form prawnych itp.). Wiele aspektów tego kierunku wkracza w zagadnienia filozofii, socjologii, psychologii i etnologii.

Antropologia pojmowana jako nauka biologiczna stanowi grunt, na którym spotykają się i splatają różne dyscypliny przyrodnicze (prymatologia, anatomia porównawcza, fizjologia porównawcza, embriologia, genetyka, ekologia, ewolucjonizm) z humanistycznymi (filozofia, psychologia, pedagogika, socjologia, demografia, etnologia, archeologia, historia medycyny), z naukami o wychowaniu fizycznym i pracy (biomechanika, teoria wyniku sportowego, ergonomia) i z naukami medycznymi (pediatria, higiena, serologia, medycyna sądowa ortodoncja, interna,

geriatria itd.). Antropologia pozostaje z tymi naukami w sprzężeniu zwrotnym, daje im metody badań i wskazuje na jej zastosowania praktyczne. W medycynie antropologia daje możliwości wyjaśniania normalnej zmienności biologicznej człowieka. Pozwala ona na wyjaśnianie konstytucji patologicznej, na obiektywną i prostą ocenę wyników terapeutycznych w przypadkach licznych chorób. Antropologia daje też medycynie normy rozwojowe cech morfofunkcjonalnych. Pedagogice i psychologii pozwala zrozumieć istotę rozwoju fizycznego dzieci i młodzieży oraz jego związku z rozwojem umysłowym i dojrzałością społeczną.

Bardzo ważna jest rola antropologii w etnografii, archeologii i demografii, bowiem daje ona tym naukom możliwość określenia związków między różnymi formami kultury materialnej i duchowej a właściwościami biologicznymi grup ludzkich, pozwala ona określić wygląd i cechy morfologiczne przedstawicieli tych grup, ich stan biologiczny, gęstość zaludnienia, długość trwania życia, wymieralność w poszczególnych grupach wieku, stopień pokrewieństwa w stosunku do innych grup, śledzenie procesów etnogenezy itd.

Antropologia ontogenetyczna interesuje organizatorów wychowania fizycznego i sportu, pedagogów i szerokie rzesze społeczeństwa. Jak pisał J. Czekanowski w swym znanym dziele *Człowiek w czasie i przestrzeni*: „Antropologią zajmujemy się właściwie wszyscy, gdyż nie sposób nie zwracać uwagi na bliźnich i ich przeżycia".

Wyniki badań antropologicznych stosowane są w poradnictwie szkolnym i zawodowym, pozwalają na optymalizację układu człowiek–środowisko pracy, na lepszą organizację pracy, normalizację licznych wyrobów przemysłowych (odzież, konfekcja, obuwie, sprzęt wojskowy, pojazdy mechaniczne itd.) przynosząc gospodarce oszczędności i możliwości uniknięcia licznych komplikacji spowodowanych zróżnicowaniem morfologicznym człowieka. Te możliwości i zastosowania antropologii są doceniane w różnych formacjach ustrojowych, toteż nauka ta rozwija się szybko w różnych krajach, jednak jej humanistyczne wartości nabierają szczególnego znaczenia w ustroju socjalistycznym.

Antropologia filogenetyczna

1

Rozdział pierwszy

Miejsce człowieka w świecie zwierząt

Tradycyjnie już omawianie zagadnień dotyczących antropologii fizycznej rozpoczyna się rozdziałem omawiającym stopień spokrewnienia człowieka z innymi żywymi istotami. Jest to jednoczesne wprowadzenie do rozważań nad antropogenezą, czyli ciągiem zmian ewolucyjnych w żywych systemach, prowadzących do wyłonienia się naszego gatunku. Poświęcenie uwagi problemom systematyki człowieka i zwierząt najbliżej z nim spokrewnionych uzasadnione jest dwoma – co najmniej – względami. Po pierwsze, aby właściwie rozumieć kwestie zróżnicowania wewnętrznego naszego gatunku i uwarunkowań tej zmienności, należy zdawać sobie sprawę z różnorodności przystosowań w innych gatunkach zwierzęcych, a przynajmniej w tych, które wchodzą w skład jednostek systematycznych najbliższych człowiekowi. Po drugie, fundamentalny dla antropologii problem filogenezy człowieka wymaga badań prowadzonych z dwu pozycji paleontologicznej – badania pozostałości organizmów żyjących w minionych czasach i rekonstruowania na tej podstawie dróg rozwoju poszczególnych, współczesnych nam grup organizmów, oraz aktualistycznej – badania zależności adaptacyjnych we współcześnie żyjących populacjach i wykorzystywania tej wiedzy w celu rekonstrukcji rozwoju ewolucyjnego poszczególnych form. O dokumentacji paleontologicznej procesu antropogenezy mowa będzie w następnym rozdziale, niniejszy natomiast poświęcimy omówieniu rzędu, którego współczesne formy są najbliższymi krewnymi człowieka.

Ogólna charakterystyka rzędu naczelnych

Rząd naczelnych reprezentowany jest przez około 190 żyjących obecnie gatunków, nie należy więc do szczególnie licznych. Z drugiej strony jednak zmienność międzygatunkowa form tego rzędu osiąga bardzo znaczne rozmiary. Zmienność ta, wyraźna zarówno w cechach morfologicznych, jak i w dziedzinie zachowań, powoduje że niezwykle trudno jest dać krótką i zwięzłą charakterystykę obejmującą wszystkie naczelne. Podręczniki systematyki zwierząt, przy całym bogactwie struktur morfologicznych i typów zachowań, diagnozę rzędu formułują w kilku zdaniach niewiele bowiem jest właściwości naczelnych rzeczywiście wspólnych dla wszystkich rodzin, nie będących jednocześnie cechami wszystkich ssaków łożyskowych w ogóle. Do właściwości takich z pewnością należy przeciwstawność kciuka i palucha pozostałym palcom, obecność przynajmniej na jednym palcu paznokcia, obecność obojczyka i występowanie niezależnych dwóch kości przedramienia dobrze rozwinięty narząd wzroku, ustawka skóry nie dotykowych powierzchniach rąk i stóp i wreszcie silnie rozwinięty mózg. Znacznie więcej można wymienić cech wspólnych dla wielu rodzin naczelnych nie obejmujących jednak wszystkich tych rodzin naraz. Cechy te można również nazwać tendencjami*, które z różnym natężeniem występują w różnych grupach naczelnych.

Tak więc w zakresie kończyn narządu ruchu naczelne charakteryzują następujące tendencje: 1) zwiększanie się powierzchni mózgowej przy równoczesnej redukcji części trzewiowej, 2) pionizacja tułowia oraz 3) wzrost manipulacyjnych funkcji kończyn. Z pierwszą z wymienionych tendencji wiąże się ściśle rozwój narządu wzroku, czego wyrazem, poza rozbudową określonych obszarów kory mózgowej, jest przebudowa kostnej oczodołowej części czaszki. Oczodoły naczelnych są zabezpieczone kostnie od strony bocznej bądź przez pełne kostne (oczodół pełny), bądź przez ścieżkę kostną całkowicie zamykającą oczodół z boku (oczodół zamknięty; małpy szerokonosych i wąskonosych). Tendencję do pionizacji tułowia da się zaobserwować u większości naczelnych. Wiąże się ona przede wszystkim z lokomocją, ale również wynika z preferowania spionizowanego położenia tułowia w czasie wykonywania wielu czynności życiowych (przyjmowanie pokarmów, odpoczynek, kontakty społeczne, obserwacja otoczenia). Z pionizacją tułowia wiąże się przesunięcie otworu potylicznego ku przodowi, to jest ku środkowi dolnej powierzchni czaszki oraz przednio-tylne spłaszczenie klatki piersiowej. Tendencja do wzrostu ruchliwości kończyn i wykorzystywania ich również do innych niż lokomocja celów (manipulacja) przejawia się ruchliwością palców, przeciwstawnością wielkich palców w stosunku do pozostałych, ruchomością względem siebie kości przedramienia (promieniowej i łokciowej), które dzięki temu umożliwiają obroty przedramienia wokół jego osi, co określa się jako nawracanie i odwracanie ręki.

Istotne dla charakterystyki rzędu naczelnych są tendencje dotyczące ukształtowania i funkcji narządów zmysłów. Wspomnieliśmy wyżej o narządzie wzroku,

* Określenie „tendencja" jest tu o tyle uzasadnione, że opisane poniżej właściwości nasilają się w trakcie rozwoju filogenetycznego naczelnych, o czym będzie mowa w dalszych rozdziałach.

który u wszystkich naczelnych odgrywa ważną rolę, a którego cechą szczególną u tych zwierząt jest stereoskopia, to jest zdolność oglądania obiektów równocześnie przez obie gałki oczne, co jest możliwe gdy osie oczu skierowane są ku przodowi, a pola widzenia lewego i prawego oka zachodzą na siebie. Stereoskopowe widzenie umożliwia ocenę odległości oglądanych obiektów, ocena ta jednak dokonując się w korze mózgowej wymaga odpowiednio dużej liczby zaangażowanych w niej neuronów. W odróżnieniu od wzroku narząd węchu u naczelnych odgrywa na ogół mniej istotną rolę i wykazuje tendencję do redukcji. Wspomniany poprzednio rozwój manipulacyjnych funkcji kończyn wiąże się z rozwojem u naczelnych zmysłu dotyku. Receptory tego zmysłu rozmieszczone są głównie w skórze dłoniowej i podeszwowej powierzchni rąk i stóp, a szczególnie na końcach palców. Z funkcjami chwytno-dotykowymi wiązać należy obecność na bezwłosej skórze dłoni i podeszwy listewek skórnych, tzw. linii papilarnych, oraz rogowych płytek — paznokci w miejsce pazurów.

Naczelne jako grupa wykorzystują dosyć zróżnicowane źródła pokarmu, choć przeważa zasadniczo pokarm pochodzenia roślinnego. W uzębieniu przedstawicieli omawianego rzędu spotyka się jednak mało zróżnicowane formuły zębowe. Za formułę wyjściową można by uznać dwa siekacze, jeden kieł, trzy przedtrzonowce i trzy trzonowce w każdej połowce łuku zębowego (2 1 3 3) z tendencją do redukcji liczby zębów w poszczególnych grupach.

Charakterystyczny zespół cech naczelnych wiąże się z ich rozrodem i rozwojem osobniczym. Dymorfizm [illegible] jest w tej grupie zwierząt dosyć wyraźnie zaznaczony [illegible] proporcji ubarwienia itp. Gruczoły płciowe [illegible] samców znajdują się zazwyczaj w mosznie, zwisające prącie posiada wewnątrz kość prącia, jedynie u wyraków i człowieka kość ta nie występuje. Macica u samic naczelnych jest dwurożna lub pojedyncza. Wyraźna jest w omawianym rzędzie tendencja do rozbudowy łożyska, tym samym zacieśniania kontaktów rozwijającego się płodu z organizmem matki oraz do wydłużania rozwoju wewnątrzmacicznego. Z powyższą właściwością pozostaje w związku redukcja liczby potomstwa z jednej ciąży — większość naczelnych z reguły rodzi tylko jednego potomka z każdej ciąży. Zredukowana jest także liczba sutek, najczęściej do jednej tylko pary położonej piersiowo.

Tendencją, o której już była mowa ale do której wypada jeszcze raz powrócić, jest wzrost mózgu u naczelnych. Osiągnął on swe maksimum u człowieka, niemniej u wszystkich naczelnych centralny układ nerwowy, a w szczególności mózgowie rozwinięte jest bardzo silnie. Rozwój ten dotyczy zwłaszcza półkul mózgu i pokrywającej je kory mózgowej. Tę właśnie ostatnią cechę — silny rozwój mózgowia i związany z tym bogaty wachlarz zachowań wyuczalnych — musimy uznać za najistotniejszy, z punktu widzenia ewolucyjnej interpretacji procesu antropogenezy, wyróżnik rzędu naczelnych.

Na podstawie naszkicowanej powyżej ogólnej charakterystyki rzędu dokonajmy przeglądu współcześnie występujących form, by następnie powrócić do omawiania najistotniejszych dla naszego toku rozważań spraw ekologii i ewolucji grupy zwierząt, do której należy również nasz gatunek.

Przegląd rodzin współczesnych naczelnych

Systematyka rzędu naczelnych na poziomie podrzędów i nadrodzin a więc jednostek wyższych od rodziny, przedstawiana bywa przez różnych autorów bardzo rozmaicie. Rozpowszechniony szczególnie w opracowaniach popularnych jest podział na dwa podrzędy małpiatek (*Prosimii*) i małp (*Simii*). Częściej jednak rangę podrzędu nadaje się jednostkom mniejszym: małpiatki tworzą wówczas dwa podrzędy — lemurowatych (*Lemuroidea*) i wyrakowatych (*Tarsioidea*), bądź też małpiatki jeden podrząd (*Prosimii*), a małpy dwa podrzędy — szerokonosych (*Platyrrhini*) i wąskonosych (*Catarrhini*), wreszcie zarówno małpiatki jak i małpy bywają rozdzielane na podrzędy: *Lemuroidea*, *Tarsioidea*, *Platyrrhini* i *Catarrhini*. Odpowiednio do liczby podrzędów wzrasta lub maleje liczba wydzielanych nadrodzin (im mniej podrzędów tym więcej nadrodzin). Podane wyżej sposoby dzielenia rzędu naczelnych nie wyczerpują wszystkich spotykanych w literaturze możliwości. Sytuacja taka jest o tyle zrozumiała i dopuszczalna, że jednoznaczny ostateczny i niekwestionowany podział rzędu na jednostki niższych szczebli możliwy byłby dopiero po ustaleniu dokładnej genealogii każdej takiej jednostki, czyli — inaczej mówiąc — stopnia pokrewieństwa pomiędzy nimi, co praktycznie jest niewykonalne i zbędne, gdyż realnie istniejącymi jednostkami biologicznymi są jedynie ewoluujące gatunki. Wszystkie podziały niższych szczebli, przy umownie ustalonej i ograniczonej liczbie tych szczebli, dokonywane muszą być z konieczności arbitralnie.

Dla potrzeb niniejszej książki dokładna dyskusja różnych propozycji systematyzowania naczelnych przez rozmaitych autorów jest zbędna, dlatego też opisu poszczególnych rodzin, na których skoncentrujemy uwagę w dalszej części rozdziału, dokonamy według jednego z wielu systemów zaproponowanego przez wybitnego antropologa, prymatologa i anatoma porównawczego Henri Vallois*. Dzieli on żyjące współcześnie formy rzędu *Primates* na trzy podrzędy, spośród których w dwu wyodrębnia z kolei nadrodziny:

Rząd *Primates*

Podrząd *Lemuroidea*

Nadrodzina *Lemur formes*

Daubentoniformes

Lorisiformes

Podrząd *Tarsioidea*

Podrząd *Simioidea*

Nadrodzina *Platyrrhina*

Catarrhina

---

* H. Vallois, *Ordre des Primates* [w:] *Traité de Zoologie* (Pierre P. Grassé ed.), t. XVII, s. 1854–2206. Masson et Cie, Paris 1955. Należy wyjaśnić, że H. Vallois stosuje nieco inną nomenklaturę dla jednostek systematycznych niż ta, którą użyliśmy w niniejszym rozdziale. Rząd (*Ordre*) dzieli on na jednostki nazywane „sous-ordre" (co nazwaliśmy podrzędem), a te z kolei na „infra-ordre" (co nazwaliśmy nadrodziną). Określenia „superfamille" Vallois w odniesieniu do naczelnych nie używa.

W systemie proponowanym przez H. Vallois, a także przez wielu innych zoologów brak jest wśród naczelnych grupy zwierząt zwanych wiewiórecznikami (tupaje). Ponieważ w niektórych podręcznikach są one włączane do omawianego rzędu, choć na ogół z wieloma zastrzeżeniami, wyjaśnijmy, że gdybyśmy do podanego wyżej schematu chcieli włączyć tę grupę, stanowiłaby ona dodatkowy podrząd *Tupaioidea* (umieszczany przez Vallois w rzędzie *Insectivora* — owadożernych). Dokonany przez nas wybór systemu klasyfikacyjnego, na którym oprzemy omówienie naczelnych, nakazywałby pominięcie wiewiórecznikow jako grupy należącej do innego rzędu. Wzorem jednak innych autorów, po przedstawieniu powyższego zastrzeżenia poświęcimy tym zwierzętom nieco uwagi, z tych samych względów, z jakich trafiają one zwykle do podręczników zajmujących się filogenezą naczelnych: tupaje reprezentują właściwości morfologiczne i ekologiczne przypisywane formom wyjściowym rzędu *Primates*. Pod wieloma względami nawiązują one do naczelnych, choć przeważają u nich cechy rzędu owadożernych.

W grupie *Tupaioidea* wyróżnia się jedną tylko rodzinę — *Tupaiidae*, zróżnicowaną na dwie podrodziny: *Tupaiinae*, której przedstawiciele (*Tupaia*, *Anathana*, *Urogale*) zamieszkują Indie, Filipiny i Azję południowo-wschodnią oraz *Ptilocercinae* z jednym rodzajem *Ptilocercus* żyjącym w Azji południowo-wschodniej. Rodzinę tę określa się polską nazwą wiewiórecznikowate ze względu na morfologiczne podobieństwo tych zwierząt do wiewiórek (niewielkie rozmiary, ruchliwość, nadrzewny tryb życia u rodzaju *Tupaia* — również długi, puszysty ogon). Z cech zbliżających je do naczelnych wymienić należy dużo oczy umieszczone w pierścieniowatych oczodołach, dobrze rozwinięte ośrodki wzroku w mózgu przy stosunkowo słabo rozwiniętym narządzie węchowym, uważanym jako prymitywna cecha naczelnych. Z drugiej strony jednak oczy wiewiórecznikow nie zapewniają stereoskopowego widzenia, a wszystkie palce zaopatrzone są w pazury. Również formuła zębowa tych zwierząt odbiega od tej, jaka charakteryzuje naczelne: w żuchwie występują trzy siekacze po każdej stronie (choć w szczęce tylko dwa). Samice wiewiórecznikow rodzą po kilka młodych naraz, posiadają również po kilka par sutek. Wiewiórecznikі są zwierzętami nadrzewnymi choć swobodnie poruszają się również na ziemi. Żywią się przede wszystkim owadami, jednak znaczna część diety stanowi również pokarm roślinny — głównie owoce i nasiona. Wymienione cechy dotyczą obu wspomnianych poprzednio podrodzin, które różnią się porą aktywności: *Tupaiinae* prowadzą dzienny, *Ptilocercinae* nocny tryb życia.

Wróćmy teraz do klasyfikacji naczelnych według H. Vallois. Jak już powiedzieliśmy, wyróżnia się w niej trzy podrzędy: 1. *Lemuroidea* (lemury), 2. *Tarsioidea* (wyraki), 3. *Simioidea* (małpy).

Podrząd *Lemuroidea* rozpada się na pięć rodzin (pomijamy podział naczelnych na rodziny przedstawiony poprzednio): *Lemuridae* (lemury właściwe), *Indriidae* (indrisy), *Daubentoniidae* (palczak), *Tarsiidae* (wyraki właściwe), oraz *Galagidae* (galago).

Przedstawiciele rodziny *Lemuridae* dzielą się na dwie podrodziny: *Lemurinae* i *Chirogaleinae* — tak zwane lemurki (*Lemuridae* określa się często jako lemury

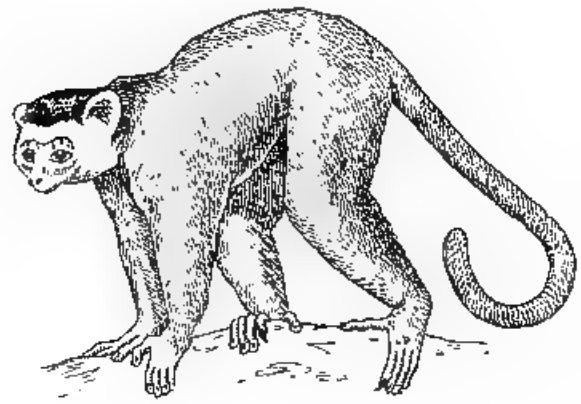
właściwe). Zwierzęta te zamieszkują obecnie wyłącznie Madagaskar. Z cech opisanych poprzednio jako specyficzne dla naczelnych wiele u *Lemuridae* jest zaznaczonych słabo. Tak więc puszka mózgowa jest wprawdzie u nich stosunkowo duża, jednak twarzowa część czaszki jest dosyć silnie wydłużona. Zmysł wzroku jest dobrze rozwinięty (oko w pierścieniowatym oczodole), równocześnie jednak u lemurowatych zmysł węchu odgrywa ważną rolę i jest doskonalszy niż u jakichkolwiek innych naczelnych. Charakterystyczny jest na przykład sposób oznaczania terytoriów przez lemury właściwe za pomocą tzw. feromonów - substancji zapachowych wydzielanych przez specjalne gruczoły rozmieszczone w skórze (głównie krocza, przedramion i okolicy pachowej). *Lemuridae* są głównie formami nadrzewnymi. Jeden tylko z gatunków lemurów właściwych *Lemur catta* pędzi zasadniczo naziemne życie. Chwytne kończyny zaopatrzone są w ruchliwe palce zakończone paznokciami (drugi palec stopy posiada pazur, tzw. „kosmetyczny"), a wielkie palce ręki i stopy są przeciwstawne. Formuła zębowa lemurowatych wygląda następująco (zarówno w szczęce, jak i w żuchwie): 2.1 3 3, przy czym górne siekacze wykazują tendencję do redukcji, a nawet zaniku, dolne natomiast wraz z kłami przyjmują poziome położenie tworząc tzw. grzebyk zębowy.

Ryc. 1.1.1. Lemur (*Lemur catta*)

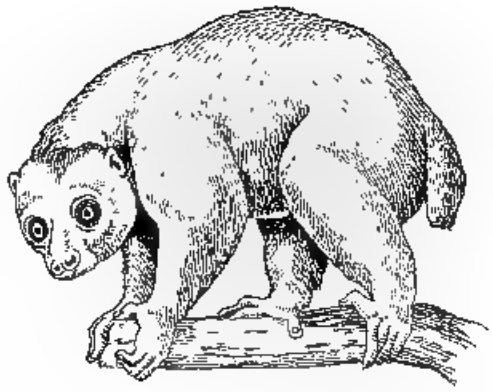
Przedstawiciele podrodziny *Lemurinae* (*Lemur*, *Hapalemur*, *Lepilemur*) są zwierzętami roślinożernymi, podrodziny *Cheirogaleinae* (*Cheirogaleus*, *Microcebus*, *Phaner*) — w znacznej mierze owadożernymi. *Cheirogaleinae* wykazują szczególną specjalizację, niespotykaną poza nimi w rzędzie naczelnych: w porze największych upałów zapadają w stan obniżonej aktywności podobny do snu zimowego, nie przyjmując w tym czasie pokarmu.

Lemurowate są niezbyt dużymi zwierzętami osiągającymi rozmiary średniego psa, a najmniejsze z nich są najmniejszymi naczelnymi w ogóle (*Microcebus* waży ok. 40 g). Rozród u lemurowatych odbywa się sezonowo, a samice rodzą przeważnie jedno młode. Łożysko u przedstawicieli tej rodziny jest uproszczone — tzw. łożysko rozproszone.

Przedstawiciele rodziny *Indriidae*, podobnie jak opisanej poprzednio, zamieszkują wyłącznie Madagaskar. Są to stosunkowo duże zwierzęta, głównie liściożerne. Najistotniejsze cechy morfologiczne różniące je od lemurowatych to wyjątkowo długa tylna para kończyn i pewna redukcja liczby zębów: w każdej połówce szczęki występują tylko dwa przedtrzonowce, a w żuchwie zanika kieł, w związku z czym „grzebyk zębowy" składa



Ryc. 1.1.2. Sifaka (*Propithecus verreauxi*)

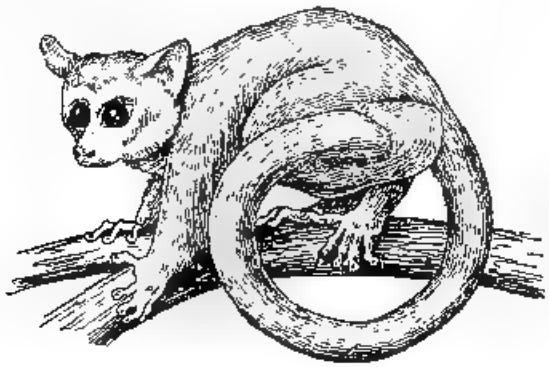


Ryc. 1.1.3. Potto (*Perodicticus potto*)

się tylko z czterech zębów (formuła zębowa $\frac{2\ 1\ 2\ 3}{2\ 0\ 2\ 3}$) Przedstawiciele rodzaju *Propithecus* (sifaka) i *Indri* (babakoto) są największym. zwierzętami omawianego podrzędu (tułów z głową ok 1 m) i są aktywne w dzień. Znacznie mniejszy *Lichanotus* (awahi) jest zwierzęciem nocnym.

Trzecią rodzinę, której teren występowania ogranicza się do Madagaskaru, stanowią *Daubentoniidae*. Rodzinę tę reprezentuje jeden rodzaj z jednym gatunkiem (*Daubentonia madagascariensis*) Polska nazwa tego rodzaju — palczak · wskazuje na jego szczególną cechę: cienki, silnie wydłużony środkowy palec ręki zakończony pazurem (paznokieć u daubentonii występuje tylko na wielkim palcu stopy). Palec ten służy do wydobywania ukrytych w drewnie larw owadów, którymi zwierzę to się żywi. Inną szczególną cechą palczaka są stale rosnące dłutowate siekacze — po jednej parze w szczęce i żuchwie. Pozostałe zęby są zredukowane, tak że formuła zębowa przybiera postać $\frac{1.1\ 1.3}{1.0\ 0.3}$ Czaszka palczaka jest zaokrąglona, ze skróconą częścią twarzową i pierścieniowatym oczodołem, jednak jego mózg jest dosyć słabo rozwinięty, o stosunkowo gładkich półkulach.

Kolejna rodzina, *Lorisidae*, w odróżnieniu od poprzednich, rozprzestrzeniona jest stosunkowo szeroko Jej przedstawiciele zamieszkują południową i zachodnią Afrykę — rodzaj *Perodicticus* (potto) i *Arctocebus*, Indie, Cejlon i południowo-wschodnią Azję — *Nycticebus* i *Loris*. Lorisowate są zwierzętami aktywnymi nocą. Z ich trybem życia związane są wyjątkowo wielkie oczy. Formuła zębowa tej grupy

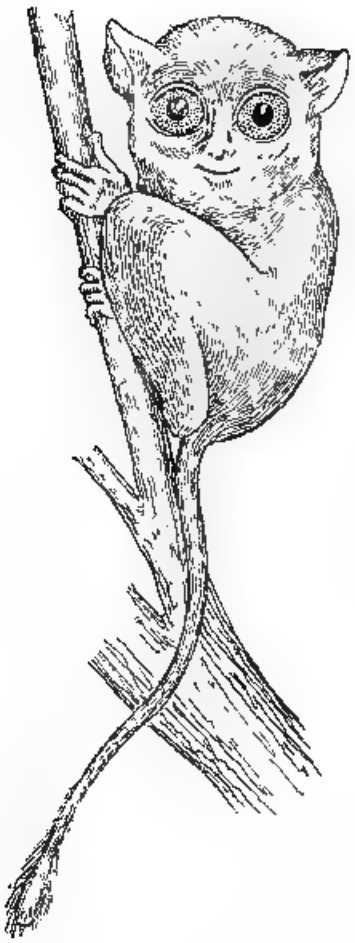


Ryc. 1.1.4. Galago (*Galago elegantulus*)

ma postać (zarówno w szczęce, jak i w żuchwie): 2.1.3.3, przy czym — jak u lemurów właściwych i indrisów - siekacze i kły żuchwy tworzą grzebyk zębowy. Charakterystyczną cechą rodziny jest silna redukcja drugiego palca ręki i obecność na drugim palcu stopy długiego pazura.

Ostatnią rodzinę podrzędu *Lemuroidea* stanowią *Galagidae*. Zamieszkują one Afrykę Pod wieloma względami przypominają lorisowate (bywają włączane jako podrodzina do *Lorisidae*). Posiadają taką samą formułę zębową, grzebyk zębowy, „kosmetyczny pazur" na drugim palcu stopy, wielkie oczy (nocny tryb życia), są jednak znacznie mniejsze i zdecydowanie ruchliwsze (lorisowate są zwierzętami wyjątkowo, jak na naczelne, powolnymi). Rodzinę tę reprezentuje rodzaj *Galago* z kilkoma gatunkami.

Podrząd *Tarsioidea* zawiera jedną tylko rodzinę *Tarsiidae* - wyraki z jednym obecnie żyjącym rodzajem *Tarsius*. Wyraki są niewielkimi zwierzętami (maksymalny ciężar ok. 150 g), nocnymi, zamieszkującymi wyspy Indonezji i Filipiny. Żywią się głównie owadami, a także innymi stawonogami czy małymi kręgowcami. Ich formuła zębowa ma postać $\frac{2}{1}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\frac{3}{3}$. Czaszka wyraka charakteryzuje się „progresywną" proporcją między neuro- i splanchnocranium: część twarzowa jest niewielka względem mózgowej, równocześnie jednak olbrzymie rozmiary osiągają oczodoły (typu zamkniętego) mieszczące równie wielkie oczy. Inną charakterystyczną cechą wyraków, związaną z ich typem lokomocji - skokami, jest wydłużenie kości stępu i częściowy zrost kości podudzia. Dwa palce (II i III) stopy mają pazury, pozostałe palce rąk i stóp — paznokcie. Cechą wyraków, która odróżnia je wyraźnie od omówionych poprzednio naczelnych jest znacznie lepiej rozwinięte łożysko, gwarantujące ściślejszy kontakt płodu z matką.



Ryc. 1.1.5 Wyrak (*Tarsius spectrum*)

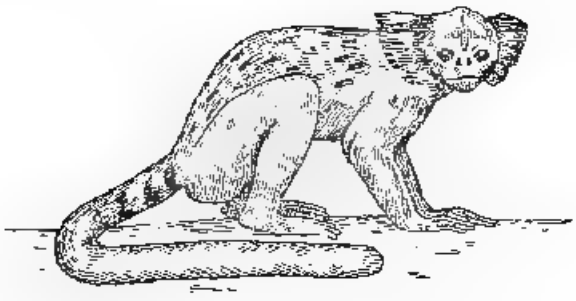
Podrząd *Simioidea* obejmuje zwierzęta, które w języku polskim określamy jako małpy (w odróżnieniu od dwu poprzednio omówionych — małpiatek). W obrębie tego podrzędu wydzielają się dwie zasadnicze podgrupy, które — zgodnie z przyjętą w niniejszym rozdziale zasadą wypadałoby nazwać nadrodzinami. Ponieważ jednak w większości klasyfikacji naczelnych rangę nadrodziny nadaje się wśród małp jednostkom niższego rzędu, nazwijmy je umownie grupami: *Platyrrhini* — małpy szerokonose i *Catarrhini* — małpy wąskonose. Niezależnie od różnic morfologicznych i behawioralnych grupy te są od siebie wyraźnie oddzielone geograficznie. Pierwsza zamieszkuje południową i środkową Amerykę,

druga Afrykę i Azję (w Europie żyje jedynie niewielka populacja na Gibraltarze). Dodajmy, że do tego właśnie podrzędu zalicza się rodzinę *Hominidae* człowiekowatych z rodzajem *Homo*.

Ogólna charakterystyka podrzędu *Simioidea* jest najłatwiejsza przez zestawienie ich właściwości z małpiatkami. A więc, przede wszystkim małpy wyróżniają się wyraźnie większym mózgiem o silnie sfałdowanej korze mózgowej i większej liczbie neuronów kojarzeniowych. Lepiej rozwinięta jest u nich stereoskopia widzenia (oko skierowane do przodu umieszczone w zamkniętym ze wszystkich stron poza przednią — oczodole). Lepiej również niż u małpiatek rozwinięte są u małp funkcje manipulacyjne rąk. Dwie ostatnie właściwości wzrok i możliwości manipulacyjne — wiążą się zresztą ściśle z pierwszą, rozwojem centralnego układu nerwowego. Inną cechą małp jest rozbudowa łożyska i zacieśnienie kontaktu między krwiobiegami matki i płodu.

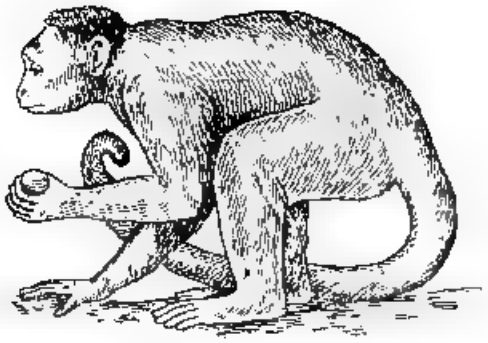
Platyrrhini, czyli małpy szerokonose (zwane również małpami Nowego Świata), nazwę swą zawdzięczają szerokiej przegrodzie nosowej powodującej, że nozdrza są rozsunięte i skierowane na boki, co już na pierwszy rzut oka odróżnia je od wąskonosych (czyli małp Starego Świata). Szerokonose są zwierzętami o zróżnicowanej wielkości (ciężar od kilkuset gramów do ok. 10 kg), wyłącznie nadrzewnymi, o chwytnych kończynach, przy czym funkcjonalna przeciwstawność wielkiego palca ręki nie jest u nich dobrze zaznaczona, natomiast często posiadają chwytny ogon. Pomiędzy dwoma wyróżnianymi w tej grupie rodzinami *Hapalidae* (pazurkowce) i *Cebidae* (płaksy) występują dosyć znaczne różnice morfologii i zachowań.

Hapalidae są to małpy drobnych na ogół rozmiarów (wielkości wiewiórki lub kota). Rodzinę tę reprezentują takie rodzaje, jak *Hapale*, *Cebuella* (tzw. pigmejka *C. pygmaea*) i *Leontocebus*. Poza wielkim palcem stopy tych małp, wszystkie pozostałe palce posiadają pazury, a nie paznokcie. Samice pazurkowców rodzą z reguły po 2—3 młode (którymi często opiekuje się samiec — małpy te żyją w grupach monogamicznych). Są one zwierzętami dziennymi, żywiącymi się w większości owadami. Formuła zębowa *Hapalidae* ma postać (dla szczęki i dla żuchwy). 2.1.3.2, jedynie

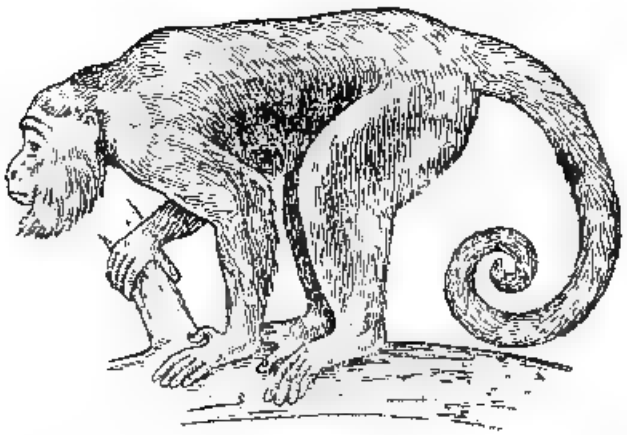


Ryc. 1.16. Hapale (*Hapale santaremensis*)

rodzaj *Callimico* posiada 36 zębów (2.1.3.3 w każdej połówce szczęki i zuchwy). *Hapalidae* są najmniej zaawansowaną w ukształtowaniu „małpich" cech rodziną podrzędu i pod wieloma względami nawiązują do małpiatek (nie występujących obecnie na kontynencie amerykańskim).



Ryc. 1.1.7. Kapucynka (*Cebus capucinus*)

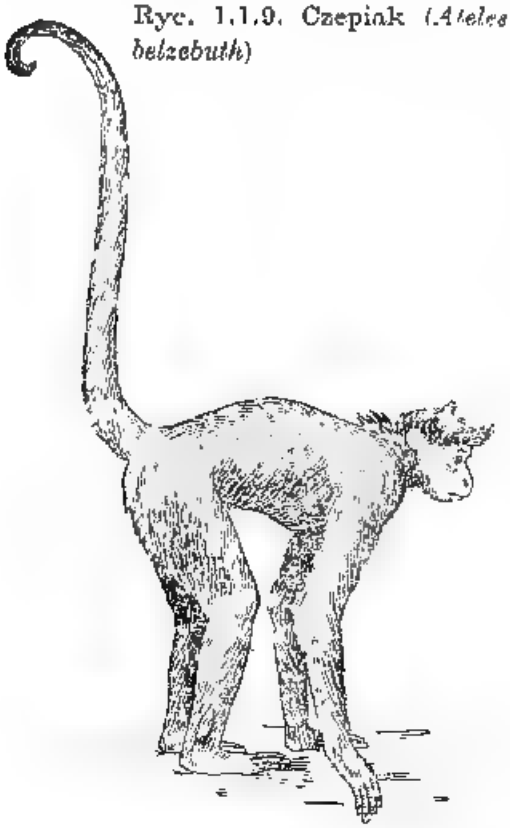


Ryc. 1.1.8. Wyjec (*Alouatta seniculus*)

Rodzinę *Cebidae* tworzy zespół form o dużej różnorodności przystosowań, dotyczących trybu życia, diety, lokomocji itp. Dzieli się ją na pięć podrodzin: *Aotinae*, *Pithecinae*, *Cebinae*, *Alouattinae* i *Atelinae*. We wszystkich rodzinach formuła zębowa ma postać (dla szczęki i żuchwy): 2.1.3.3.

Podrodzina *Aotinae* nosi polską nazwę ponocnice, choć tylko jeden z jej dwu rodzajów — *Aotes* (ponocnica) aktywny jest nocą, jako jedyny rodzaj wśród małp w ogóle. Drugi rodzaj — *Callicebus* (titi) jest małpą dzienną. Rodzaj ten zresztą wydzielany bywa jako osobna podrodzina — *Callicebinae*.

Na podrodzinę *Pithecinae* składają się trzy rodzaje: *Pithecia* (saki), *Chiropotes* (szatanka) i *Cacajao* (nakari). Są to małpy stosunkowo duże o długiej sierści i długim, lecz niechwytnym ogonie. Cechą charakterystyczną tych roślinożernych zwierząt jest prawie poziome ustawienie siekaczy szczęki i żuchwy.



Ryc. 1.1.9. Czepiak (*Ateles belzebuth*)

Podrodzinę *Cebinae* tworzą dwa rodzaje: *Cebus* (kapucynka) i *Saimiri* (sajmiri). Są to małpy ruchliwe o częściowo chwytnym ogonie. Kapucynki wyróżniają się dużą inteligencją i związaną z tym plastycznością zachowań, co powoduje, że stosunkowo dobrze znoszą niewolę i łatwo poddają się eksperymentom etologicznym.

Alouattinae - wyjce są dużymi małpami należącymi do jednego tylko rodzaju *Alouatta* (wyjec). Ich szczególną cechą jest głosowe wyznaczanie granic swego terytorium (ściślej terytorium wspólnie żyjącej wielosamcowej grupy). Sygnały głosowe wzmacniane są przez specjalne ukształtowanie okolic krtani — kość gnykowa rozrasta się w dużą pustą wewnątrz puszkę rezonacyjną. Wyjce posiadają długi chwytny ogon, który spełnia istotną rolę w ich lokomocji.

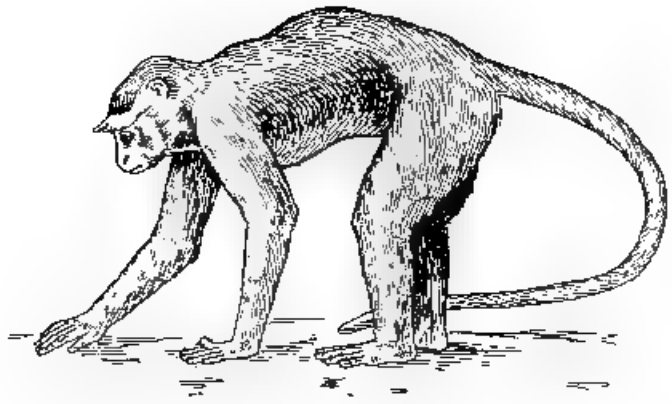
W skład podrodziny *Atelinae* wchodzą rodzaje: *Ateles* (czepiak), *Brachyteles* (muriki) i *Lagotrix* (wełniak). Wszystkie te rodzaje wyróżniają się przystosowaniem do brachiacyjnej lokomocji (zwisowo-wahadłowy ruch odbywany przy użyciu górnych kończyn, bardzo wydatnie wspomaganych chwytnym ogonem). Wyrazem tych przystosowań jest zmiana proporcji kończyn (w stosunku do innych szerokonosych): silnie wydłużone są kończyny górne. Przystosowania lokomocyjne najbardziej posunięte są u rodzaju *Ateles*, u którego zanika wielki palec ręki, a chwytność ogona jest tak duża, że pełni on funkcje manipulacyjne z precyzją palców ręki (skóra na brzusznej stronie ogona jest naga i posiada receptory dotykowe, a nawet listewki skórne analogiczne do linii papilarnych palców).

Małpy wąskonose — *Catarrhini* (małpy Starego Świata) mają wąską przegrodę nosową, w związku z czym nozdrza ich skierowane są do przodu lub w dół i leżą blisko siebie. Wielki palec ręki jest w pełni przeciwstawny w stosunku do pozostałych. Formuła zębowa wąskonosych ma postać (dla szczęki i żuchwy): 2.1.2.3. Cechą najbardziej charakterystyczną tej grupy jest bardzo wydatny rozwój mózgu, a w związku z tym także wzrost złożoności zachowań (znaczne możliwości uczenia się, duża plastyczność reakcji w kontaktach międzyosobniczych, wzrost komplikacji struktur społecznych). Dalszemu udoskonaleniu, w sensie zacieśniania kontaktów między płodem a matką, podlega u wąskonosych łożysko. Ciąże są z reguły pojedyncze, a okres rozwoju płodowego ulega wydłużeniu.

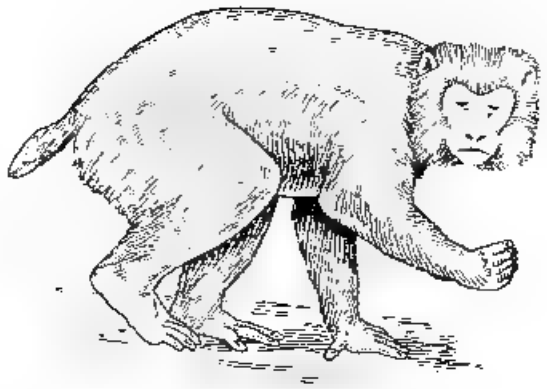
Zdecydowana większość gatunków (należących do czternastu rodzajów) małp wąskonosych należy do rodziny *Cercopithecidae* — małp zwierzokształtnych, do rodziny *Hylobatidae* (gibbonów) należą jedynie dwa rodzaje, do *Pongidae* (człekokształtnych) – trzy rodzaje, wreszcie do ostatniej rodziny wąskonosych *Hominidae*, czyli istot człowiekowatych należy obecnie jeden tylko rodzaj *Homo* z jednym gatunkiem *Homo sapiens*, a w nim jedynym podgatunkiem *H. sapiens sapiens*.

Cercopithecidae dzielą się na dwie podrodziny: *Cercopithecinae* i *Colobinae* różniące się pewnymi właściwościami ekologicznymi i odpowiadającymi tym właściwościom przystosowaniami morfologicznymi.

Cercopithecinae to duża grupa małp zwierzokształtnych Afryki i Azji, której przedstawiciele pędzą zarówno nadrzewny, jak i naziemny tryb życia. Długość kończyn przednich i tylnych jest u nich mniej więcej wyrównana, kciuk jest przeciwstawny w stosunku do pozostałych palców, ogon nie jest chwytny, natomiast często podlega bardzo silnej redukcji. *Cercopithecinae* wykorzystują różne typy pokarmu roślinnego, przede wszystkim jednak owoce, nasiona, pędy czy inne miękkie, a bogate w substancje odżywcze części roślin. Dietę roślinną uzupełniają one chętnie białkiem zwierzęcym uzyskiwanym z owadów lub drobnych kręgowców. Charakterystycznym przystosowaniem pokarmowym są w tej podrodzinie tzw. torby policzkowe – przestrzenie między skórą policzka a kośćmi twarzy, sięgające głęboko pod trzon żuchwy. Przestrzenie te mogą być szybko wypełniane pokarmem spożywanym następnie w bezpiecznym dla zwierzęcia miejscu. Inną specyficzną cechą podrodziny, choć nie wszystkich jej gatunków (występującą ponadto w rodzinie *Pongidae*), jest występowanie u samic okresowego w trakcie owulacji i przechodzenia komórki jajowej



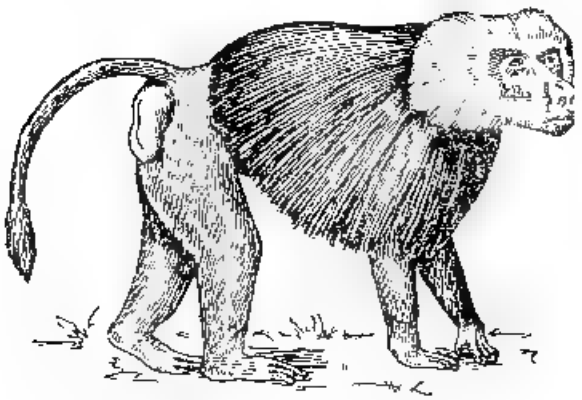
Ryc. 1.1.10. Patas (*Erythrocebus patas*)



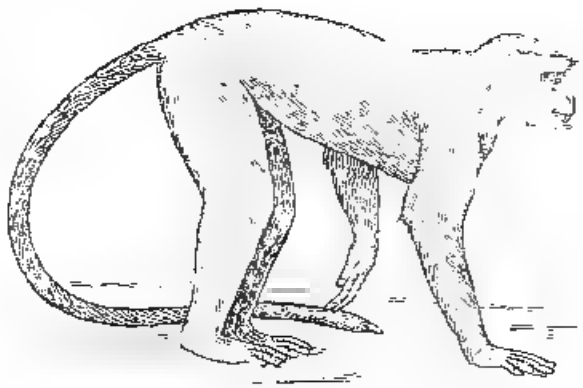
Ryc 1.1.11. Makak japoński (*Macaca fuscata*)

przez jajowód — obrzmienia okolic płciowych połączonego z „sygnalizacyjnym" zabarwieniem nagiej w tym miejscu skóry. Do nadrzewnych form w omawianej rodzinie należą rodzaje: *Cercopithecus* (koczkodan) i *Cercocebus* (mangaba), przy czym niektóre gatunki tych rodzajów chętnie przebywają również na ziemi. Typowo naziemnymi formami są gatunki z rodzajów: *Papio* (pawian), *Theropithecus* (dżelada), *Mandrillus* (mandryl) czy *Erythrocebus* (patas). Wymienione wyżej rodzaje są formami afrykańskimi. Typowo azjatycki rodzaj *Macaca* (makak) tworzą gatunki zarówno nadrzewne, jak i naziemne. Jedynym afrykańskim przedstawicielem makaków jest magot *Macaca sylvanus*; niewielka populacja tego gatunku reprezentuje małpy zwierzokształtne na terenie Europy (Gibraltar).

Typowo nadrzewną grupę małp zwierzokształtnych stanowi podrodzina *Colobinae*. Zwierzęta te są zasadniczo liściożerne, stąd pewne przystosowania w układzie pokarmowym. Dotyczą one budowy zębów, jelita, żołądka, gruczołów ślinowych. Proporcje kończyn charakterystyczne są u nich dla nadrzewnej lokomocji z szerokim wykorzystaniem chwytnych kończyn przednich: przednia para jest dłuższa od tylnej, kciuk jest krótszy niż u *Cercopithecinae*. Nieliczne gatunki przystosowały się wtórnie do naziemnych warunków życia. Rodzaj *Colobus* (gereza) zamieszkuje lasy Afryki równikowej, *Presbytis* (= *Semnopithecus*), czyli langur rozpowszechniony



Ryc.1 1 12 Pawian płaszczowy (*Papio hamadryas*)



Ryc. 1.1.13. Hulman (*Presbytis entellus*)

jest na terenie Indii (np. *P. entellus* — hulman) i południowo-wschodniej Azji, *Rhinopithecus* (roksclana) występuje w Chinach, *Pygatrix* (duk) w Wietnamie, *Nasalis* (nosacz) na Borneo, *Simias* (pagi) na wyspach Pagai koło Sumatry

Rodzinę *Hylobatidae* i *Pongidae* łączy się często w jedną zwaną *Anthropoidae*, czyli człekokształtne (w języku polskim używa się często określenia antropoidy). Wspólne cechy obu tych rodzin to m.in. dobrze rozwinięty mózg, lokomocja brachiacyjna lub półbrachiacyjna i znaczna w związku z tym pionizacja tułowia, dieta roślinna z przewagą miękkich owoców, wydłużony rozwój płodowy. Są to zwierzęta zarówno kontynentu afrykańskiego, jak i Azji.

Ryc. 1.1.14. Gibbon (*Hylobates lar*)

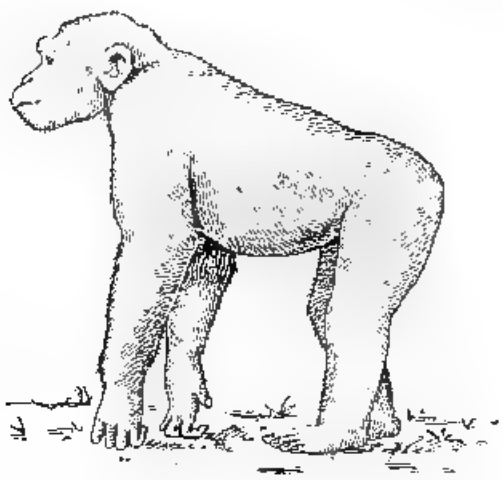
Rodzina *Hylobatidae* — gibbonowate składa się z dwu rodzajów: *Hylobates* (gibbon) i *Symphalangus* (sjamang). Oba są rodzajami azjatyckimi. Sjamang występuje na Sumatrze, gibbon w Indochinach, Indonezji, Birmie, Indiach i płd. Chinach. Najbardziej charakterystyczną cechą gibbonowatych jest skrajna specjalizacja brachiacyjna. Górne kończyny są bardzo silnie wydłużone, kciuk silnie zredukowany; przypominają pod tym względem amerykańskie czepiaki, które jednak, jak już pisaliśmy, posiadają dodatkowo długi i chwytny ogon. Gibbonowate, jak i *Pongidae*, całkowicie pozbawione są ogona. Inną cechą szczególną, także mającą analogię wśród szerokonosych, jest głosowa sygnalizacja w celu obrony zajmowanego terytorium. W odróżnieniu jednak od amerykańskich wyjców, gibbony i sjamangi bronią terytorium „rodzinnego", bowiem zwierzęta te żyją w małych grupach złożonych jedynie z pary rodziców i ich niedorosłego potomstwa

Rodzina *Pongidae* — małpy człekokształtne jest, z punktu widzenia badań filogenezy człowieka, najciekawszą grupą podludzkich naczelnych. Wszystkie trzy rodzaje zaliczane do człekokształtnych – szympans (*Pan*), goryl (*Gorilla*) i orangutan (*Pongo*) wyróżniają się bardzo silnym rozwojem mózgowia i odpowiednią do tego złożonością zachowań. Są to zwierzęta dużych rozmiarów, pozbawione ogona, o półbrachiacyjnym lub brachiacyjnym typie lokomocji, zasadniczo roślinożerne (ściślej — owocożerne), żyjące w środowisku leśnym.

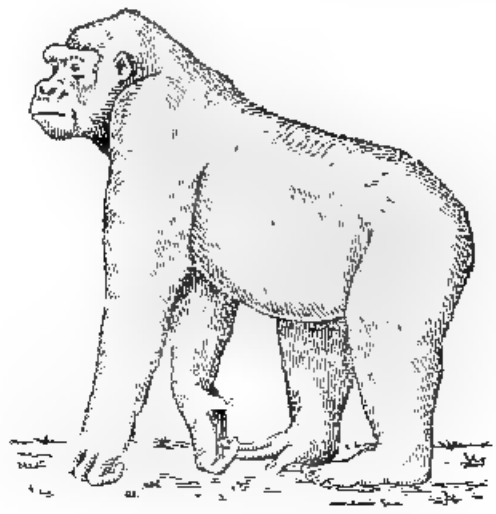
Szympans występuje jedynie w Afryce równikowej. Wszystkie żyjące obecnie populacje szympansów można zaliczyć do jednego gatunku *Pan troglodytes*, w którym wydziela się rasy geograficzne (choć niektórzy pewne rasy uważają za podgatunki lub nawet odrębne gatunki, jak np. karłowatą rasę z Konga, którą często opisuje

się jako gatunek *P. paniscus*). Szympans jest dużym zwierzęciem (ciężar do około 60 kg), które można uważać za formę nadrzewną o tyle, że żeruje, śpi i chroni się przed niebezpieczeństwem w koronach drzew. Znaczną jednak część czasu, a w szczególności czas przeznaczony na aktywność społeczną i seksualną spędza na ziemi. Jest on typowym półbrachiatorem: przednia para kończyn jest wydłużona (choć nie w tym stopniu co u gibbona) i przy jej pomocy zwierzę może sprawnie wspinać się i przerzucać z gałęzi na gałąź pomagając sobie także dolną parą chwytnych kończyn, z drugiej strony jednak szympans sprawnie biega po płaskim terenie podpierając się zgiętymi palcami rąk. Szympans jest zwierzęciem roślinożernym. Głównym składnikiem jego diety są owoce, w mniejszym stopniu inne części roślin; spory udział w pokarmie szympansa ma również białko zwierzęce pochodzące głównie z owadów i innych bezkręgowców, a także drobnych kręgowców. Cechą szczególną omawianego rodzaju jest wyjątkowo dobrze rozwinięty mózg i odpowiednio bogaty repertuar zachowań społecznych. Szympans żyje w stadach o niestałej liczebności (od kilkunastu do kilkudziesięciu osobników), w których obowiązuje hierarchiczne (choć słabo wyrażone) podporządkowanie osobników, z dominującym samcem (bądź samcami) na czele. W skład stada wchodzi wiele samców, samic i osobników młodych. Bywają również sytuacje, w których samice z młodymi tworzą osobne grupy zachowujące jednak kontakt z innymi osobnikami populacji. Samice szympansów przechodzą około 35-dniowy cykl owulacyjny, w którego środkowej, kilkudniowej fazie (owulacja i przechodzenie komórki jajowej przez jajowód) stają się receptywne, tj. dążą do kopulacji z możliwie dużą liczbą samców. Po zapłodnieniu i ok. 7,5-miesięcznej ciąży samice rodzą jedno młode (ciąże bliźniacze są rzadkie), które długo pozostaje w stanie „niemowlęctwa", tj. wymaga stałej opieki matki i przez długi czas karmienia. Objawy rui występują u samic ponownie dopiero po 3 - 4 latach od chwili urodzenia ostatniego potomka.

Goryl jest afrykańskim rodzajem małpy człekokształtnej i występuje w dwu gatunkach (czasem określanych jako podgatunki): goryl nizinny (*Gorilla gorilla*) i goryl górski (*Gorilla beringei*). Pierwszy zamieszkuje zachodnią część Afryki środkowej (Kamerun, Gabon), drugi występuje we wschodniej części Konga. Sugeruje się

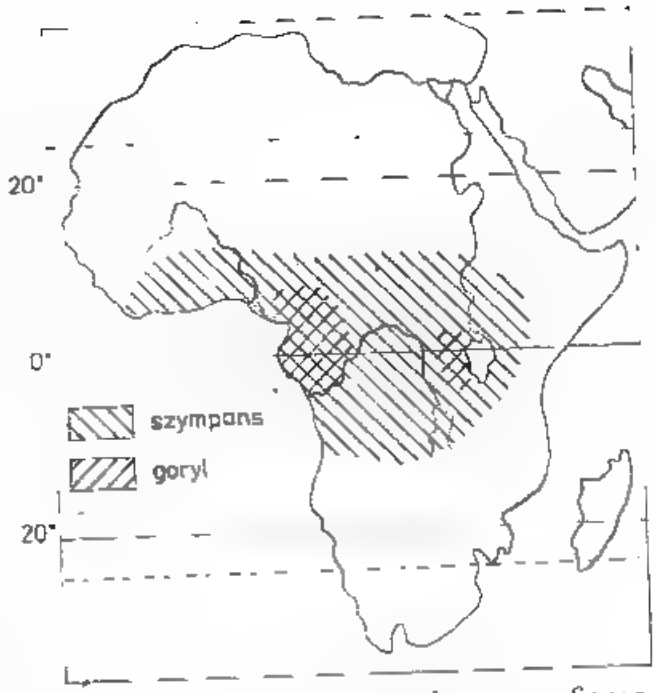


Ryc. 1.1.15. Szympans (*Pan troglodytes*)



Ryc. 1.1.16. Goryl (*Gorilla gorilla*)

pewne różnice ekologiczne między tymi gatunkami (poza różnicą w wysokości, na której występują). Goryl nizinny ma być w większym stopniu liściożerny niż goryl górski, w którego diecie przeważają owoce. Obydwa gatunki odznaczają się olbrzymimi (jak na naczelne) rozmiarami ciała. Ich ciężar dochodzi do 300 kg. Czaszka goryla, mimo że jej część mózgowa wykazuje znaczną objętość, ok. 500 cm³, związaną z silnie rozwiniętym mózgiem, charakteryzuje się masywną częścią twarzową, a umięśnienie żwaczowe obsługujące potężne szczęki rzeźbi na puszce mózgowej (zwłaszcza u samców) wydatne wały i grzebienie kostne. Lokomocja goryla podobna jest do sposobu poruszania się szympansa, z tym jednak, że to duże zwierzę przebywa przede wszystkim na ziemi. Cykl menstruacyjny samicy goryla jest dłuższy niż u szympansic i trwa ok. 45 dni, dłuższa jest także ciąża ok. 9 miesięcy. Goryle żyją w niewielkich grupach złożonych z kilku — kilkunastu osobników. Wbrew potocznej opinii nie niepokojone nic wykazują skłonności do agresji.



Ryc. 1.1.17. Rozmieszczenie geograficzne afrykańskich małp człekokształtnych

Orangutan (*Pongo pygmaeus*) jest małpą człekokształtną rozmiarami przypominającą szympansa. Występuje w Azji (lasy Borneo i Sumatry). Jest typowym brachiatorem, choć jego brachiacja różni się od gibbona zakresem użycia dolnej

Ryc. 1.1.18. Orangutan (*Pongo pygmaeus*)

Tabela 1.1.1. Współczesne rodziny rzędu *Primates*

Rodzina	Podrodzina	Rodzaj*
	Lemuroidea — Lemuriformes	
Lemuridae	*Lemurinae*	*Lemur* (lemur)
	Cheirogaleinae	*Hapalemur* (maki)
		Microcebus (lemurek myszaty)
Indriidae		*Phaner* (tana)
		Indri (babakoto)
		Propithecus (sifaka)
	Lemuroidea — Daubentoniformes	
Daubentoniidae		*Daubentonia* (palczak)
	Lemuroidea — Lorisiformes	
Lorisidae		*Perodicticus* (potto)
		Loris (lori)
Galagidae		*Galago* (galago)
	Tarsioidea	
Tarsiidae		*Tarsius* (wyrak)
	Simioidea — Platyrrhini	
Hapalidae	*Hapalinae*	*Hapale* (hapale, marmozeta)
		Leontocebus (tamaryn)
Cebidae	*Callimiconinae*	*Callimico* (miko)
	Aotinae	*Aotes* (ponocnica)
	Callicebinae	*Callicebus* (titi)
	Pithecinae	*Pithecia* (saki)
		Cacajao (uakari)
	Cebinae	*Cebus* (kapucynka)
		Saimiri (sajmiri)
	Allouattinae	*Allouatta* (wyjec)
	Atelinae	*Ateles* (czepiak)
		Lagotrix (wełniak)
	Simioidea — Catarrhini	
Cercopithecidae	*Cercopithecinae*	*Cercopithecus*
		C. aethiops (koczkodan zielony)
		C. talapoin (talapoin)
		Erythrocebus (patas)
		Cercocebus (mangaba)
		Macaca
		M. sylvanus (magot)
		M. fuscata (makak japoński)
		M. mulatta (rezus)
		Cynopithecus
		C. niger (makak czubaty)
		Papio (pawian)

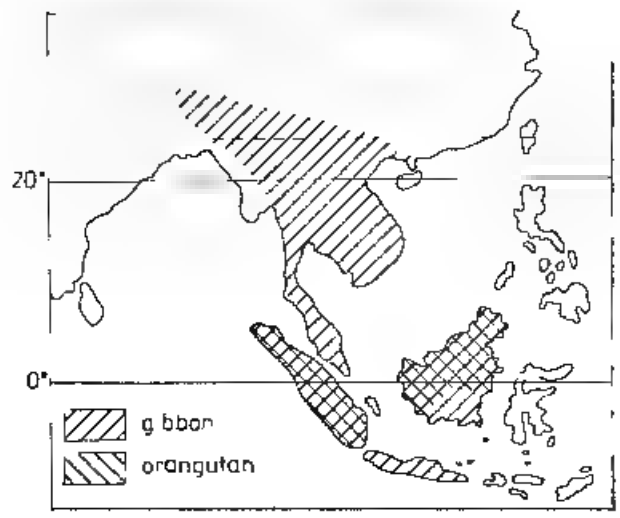
cd. tabeli 1.1.1

Rodzina	Podrodzina	Rodzaj
		Mandrillus (mandryl)
		Theropithecus (dzelada)
	Colobinae	*Colobus* (gereza)
		Presbytis (langur)
		P. entellus (hulman)
		Rhinopithecus (rokselana)
		Nasalis (nosacz)
Hylobatidae		*Hylobates* (gibbon)
		Symphalangus (sjamang)
Pongidae		*Pan* (szympans)
		Gorilla (goryl)
		Pongo (orangutan)
Hominidae		*Homo*
		H. sapiens sapiens

*W kolumnie „rodzaj" podano jedynie najbardziej charakterystyczne lub najbardziej znane rodzaje (ew. gatunki)

pary kończyn orangutan z równą łatwością posługuje się każdą z czterech kończyn. Prowadzi on całkowicie nadrzewny tryb życia. W związku z typem zajmowanego siedliska (tropikalne lasy), obserwacje wolno żyjących orangutanów są znacznie trudniejsze niż te, które prowadzono na szympansach czy nawet gorylach. Odpowiednio więc uboższe są wiadomości na temat trybu życia i zwyczajów tej małpy w warunkach życia na wolności. Orangutan żyje w małych grupach rodzinnych, jest owocożerny i charakteryzuje się, podobnie jak inne człekokształtne, wysoką inteligencją. Objętość jego mózgu wynosi ok. 400 cm^3. Cykl menstruacyjny trwa u samic ok. 29 dni, ciąża ok. 9 miesięcy.

Ostatnią z rodzin omawianego przez nas rzędu *Primates*, w podrzędzie *Simioidea* i grupie *Catarrhini* stanowią *Hominidae* człowiekowate. Rodzina ta obecnie reprezentowana jest przez jeden rodzaj z jednym gatunkiem i jednym podgatunkiem *Homo sapiens sapiens*. Fakt wyróżniania podgatunku w sytuacji, gdy obej-



Ryc. 1.1.19. Rozmieszczenie geograficzne azjatyckich małp z rodzin *Hylobatidae* i *Pongidae*

muje on wszystkie populacje gatunku uzasadniony jest w przypadku człowieka jedynie względami filogenetycznymi. Zagadnienia te omawiane będą w odrębnym rozdziale niniejszej książki.

Niektóre aspekty ekologii naczelnych

Trwałość określonej jednostki systematycznej, np. rzędu, w czasie jest — upraszczając nieco sprawę — „sumą" trwałości składających się na nią podjednostek, czyli — ostatecznie osobników wchodzących w skład tej jednostki. Powiedzieliśmy już poprzednio, że jedyną realną biologicznie jednostką systematyczną jest jedno- lub wielopopulacyjny gatunek; jednostki wyższych poziomów, choć lepiej lub gorzej oddają pokrewieństwa obejmowanych form, mają zawsze charakter umowny. Trwałość gatunku także wynika z trwałości osobników, jednak stwierdzenie to należy rozumieć w szczególny sposób: o trwaniu gatunku nie tyle decyduje czas życia poszczególnych osobników, ile możliwość dokonania przez poszczególne jednostki pełnych cykli życiowych — zreprodukowania się. Tak więc gatunek utrzymuje się wówczas, gdy poszczególne osobniki są na tyle trwałe, że po przyjściu na świat osiągają dojrzałość i wydają kolejną generację potomstwa. Rzecz jasna nie wszystkie urodzone osobniki dożywają dojrzałości, a po jej osiągnięciu nie wszystkie dojrzałe osobniki wydają tę samą liczbę potomstwa. Fakt zróżnicowanej wymieralności i płodności — albo krócej — reprodukcji osobników gatunku wynika z ich różnego wyposażenia genetycznego, a zmiany w składzie informacji genetycznej w danej sytuacji środowiskowej nazywa się doborem naturalnym.

Z tego co powiedzieliśmy wyżej wynika, że osobnik, który ma mieć udział w „trwałości gatunku" musi przeżyć pewien czas — aż do wydania żywego potomstwa. Przeżycie tego potrzebnego na zreprodukowanie czasu muszą mu zapewnić determinowane genetycznie struktury jego organizmu. Bez głębszego analizowania w tym miejscu tego problemu stwierdźmy, że utrzymywanie się przy życiu oznacza zdolność przeprowadzenia przez organizm strumienia energii w taki sposób, by wszystkie wydatki energetyczne związane z utrzymywaniem integracji struktur i funkcji osobniczych nie przewyższyły dostaw energii. Wspomniane wydatki energetyczne przeznaczane są przez osobnika na:

1) pobieranie nowych porcji energii (w przypadku heterotrofów - zawartej w pokarmie),

2) utrzymanie homeostazy wewnątrzustrojowej, wzrost i regenerację części ciała (w tym produkcję gamet),

3) ochronę struktur organizmu przed niszczącymi czynnikami otoczenia,

4) rozród i opiekę nad potomstwem,

5) „działalność informacyjną", tj. nadawanie i odbiór sygnałów z otoczenia (zarówno nieożywionego, jak i od innych osobników) oraz przepływ i przetwarzanie tej informacji w obrębie organizmu.

Wymienione kierunki wydatkowania energii należy rozumieć odpowiednio szeroko, a granice między nimi są w pewnej mierze umowne.

Wracając do problemu trwałości gatunku możemy stwierdzić, że warunkiem tej trwałości jest optymalizacja bilansu energetycznego osobnika, a dobór naturalny jest mechanizmem, dzięki któremu faworyzowane są warianty maksymalizujące powyższy warunek w danym układzie czynników środowiska.

Aby zmniejszyć stopień ogólności naszych rozważań ograniczymy je do organizmów heterotroficznych jakimi są ssaki łożyskowe. Przyglądając się tej grupie zwierząt stwierdzić możemy, że dobór naturalny w trakcie procesu ewolucji w różnych podgrupach różnymi drogami zapewniał optymalizację bilansu energetycznego, a tym samym trwałość populacji. Mogło się to odbywać poprzez specjalizację w kierunku wykorzystywania szczególnie obfitych i trudno wyczerpywalnych źródeł pokarmu (np. trawożerność, owadożerność), poprzez zwiększanie odporności osobników na niszczące wpływy otoczenia (w tym unikanie napastników bądź wyposażenie w narządy służące obronie), poprzez „specjalizacje rozrodcze" — łatwość namnażania znacznej liczby potomstwa, czy wreszcie przez specjalizację „informacyjną" — doskonalenie wymiany i przetwarzania w osobnikach informacji uzyskiwanej drogą pozagenową. Powyższe przykłady nie wyczerpują oczywiście wszystkich możliwości, a ponadto wspomniane (a także inne) kierunki specjalizacji mogły się na siebie nakładać.

Często spotkać można twierdzenie, że specjalizacja naczelnych w toku ewolucji polegała na „braku specjalizacji", to znaczy na dużej plastyczności tych zwierząt, możliwości wykorzystywania przez nie różnych nisz ekologicznych. Nie jest to stwierdzenie zupełnie prawdziwe. Wydaje się, że naczelnym należy przypisać specjalizację informacyjną jako wiodący kierunek ich ewolucji, wspomagany rzecz jasna w poszczególnych grupach pewnymi przystosowaniami pokarmowymi, lokomocyjnymi, rozrodczymi czy też przystosowaniami podnoszącymi homeostazę wewnątrzustrojową osobników. Spróbujmy przystosowania te omówić w następującej kolejności:

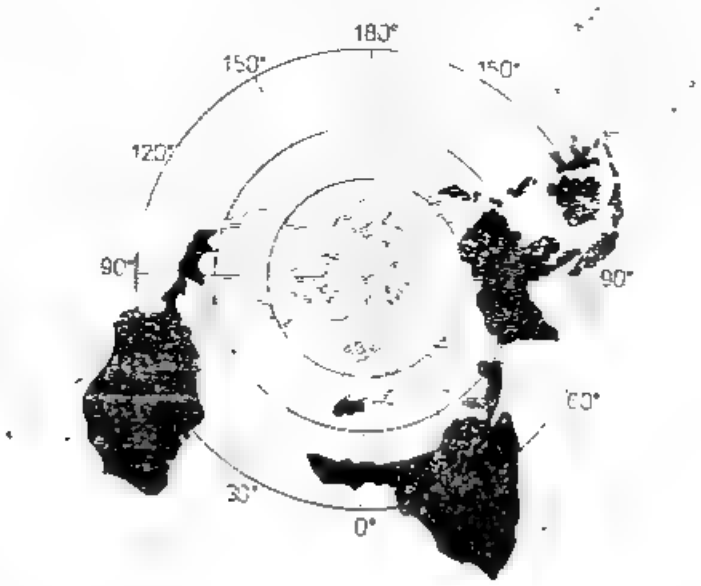
1) wymogi naczelnych względem warunków geofizycznych,
2) specjalizacje pokarmowe,
3) lokomocja,
4) rozród i rozwój osobniczy,
5) specjalizacja informacyjna.

Warunki geofizyczne — rozmieszczenie naczelnych

Jeżeli pominiemy nasz gatunek, o którym będzie mowa szczegółowo w innych rozdziałach, to wymagania naczelnych względem warunków geofizycznych można scharakteryzować następująco. Prawie wszystkie gatunki naczelnych zamieszkują tereny tropikalne (między 25° szerokości geograficznej północnej i 30° szerokości geograficznej południowej), nieliczne sięgają w strefę klimatu umiarkowanego (do około 40° szerokości geograficznej północnej — przedstawiciele rodzaju *Macaca* w Chi-

nach i Japonii). Uważa się, że czynnikiem ograniczającym zasięg naczelnych jest nie tyle bezpośrednio temperatura, znoszą one bowiem dobrze spadki temperatury nawet poniżej zera, ile sezonowość wegetacji roślin stanowiących źródło pokarmu.

Wysokość ponad poziom morza stanowi barierę dla omawianych zwierząt dopiero powyżej 5000 m — tak wysoko spotkać można jeszcze żyjącą w górach Etiopii dżeladę (*Theropithecus*), a na wysokości 3000 - 4000 m żyje kilka gatunków i to na różnych szerokościach geograficznych (Afryka równikowa, Himalaje, Chiny).



Ryc. 1.1.20. Rozmieszczenie i zasięg małp (podrząd *Simioidea*, bez rodziny *Hominidae*)

Powiedzieliśmy już, że naczelne są zwierzętami nadrzewnymi, a zatem żyjącymi w warunkach leśnych o stosunkowo wysokiej wilgotności, pewne gatunki jednak (pawiany, dżelada, niektóre makaki) są całkowicie lub prawie całkowicie naziemne i zamieszkują tereny suche — lasy sawannowe czy sawannowe. Z drugiej strony, niektóre gatunki — np. nosacz (*Nasalis*) — chętnie przebywają w pobliżu dużych zbiorników wodnych.

Z przytoczonych wyżej danych wynika, że naczelne jako grupa wykazują dużą plastyczność wymagań pod względem klimatu, ukształtowania terenu, wilgotności czy wyniesienia nad poziom morza. Dotyczy to także niższych jednostek systematycznych, choć w mniejszym oczywiście zakresie. Wymownym przykładem plastyczności gatunku pod omawianym względem może być hulman (*Presbytis entellus*) rozpowszechniony na zurbanizowanych terenach Indii.

Specjalizacje pokarmowe

Rozmaitość pokarmów przyjmowanych przez naczelne można uważać za charakterystyczną cechę tego rzędu. Obok gatunków całkowicie owadożernych, jak np. wyrak czy daubentonia, występują takie, w których diecie przeważają owady i inne

drobne zwierzęta (niektóre małpy szerokonose z rodziny pazurkowców — *Hapalidae*, czy płaks — *Cebidae*) oraz gatunki typowo roślinożerne w różnym stopniu uzupełniające swój pokarm białkiem zwierzęcym. Wśród tych ostatnich wyróżnić można formy liściożerne (np wyjce, gerezy), owocożerne (małpy człekokształtne) czy nasionożerne (np. dżelada). Gatunki, o których była mowa wyżej posiadają wiele specjalizacji strukturalnych i fizjologicznych związanych z typem wykorzystywanego pokarmu (uzębienie, budowa gruczołów ślinowych, wątroby, trzustki, żołądka czy jelit). Wiele gatunków jednak wykorzystuje dietę mieszaną o różnych składnikach zarówno roślinnego, jak i zwierzęcego pochodzenia. Duże małpy, takie jak pawian czy szympans, jak wykazały obserwacje terenowe, w pewnych sytuacjach spożywają również mięso stosunkowo dużych kręgowców „upolowanych" przez siebie w trakcie specjalnie w tym celu organizowanych działań łowieckich.

Fakt wykorzystywania określonego typu pokarmu (wyłącznie lub choćby tylko preferowanie) ma oczywiście istotny wpływ na morfologię ciała i zwyczaje gatunku — do zagadnienia tego powrócimy omawiając proces hominizacji i rolę jaką w nim odegrała mięsożerność istot człowiekowatych.

Podsumowując więc charakterystykę właściwości naczelnych z punktu widzenia ich specjalizacji pokarmowych możemy stwierdzić, że zwierzęta te wykorzystują zróżnicowane źródła pokarmu, przy czym obok nielicznych gatunków wąsko wyspecjalizowanych (w kierunku owadożerności lub np. liściożerności) istnieje wiele takich, które można by nazwać wszystkożernymi.

Lokomocja naczelnych

Ruch osobnika w przestrzeni, możliwość zmiany przezeń miejsca pobytu jest środkiem umożliwiającym podnoszenie skuteczności zachowań związanych z utrzymaniem się przy życiu. pokarmowych (poszukiwanie bądź pogoń za pokarmem), obronnych (ucieczka, walka), rozrodczych (poszukiwanie partnerów przeciwnej płci) czy informacyjnych (kontakt z osobnikami rozmieszczonymi w różnych punktach przestrzeni zajmowanej przez populację mowa o informacji pozagenowej). Ruch zatem, a ściślej wyposażenie organizmu w narządy umożliwiające ruch jest czynnikiem, który z jednej strony podlega ewolucyjnemu kształtowaniu w danych zestawach warunków środowiskowych, z drugiej warunkuje określone kierunki przystosowań

Lokomocja u naczelnych odbywa się przy udziale dwóch par pięciopalczastych, chwytnych kończyn Zarówno małpiatki, jak i małpy zasadniczo o czym mówiliśmy już poprzednio są zwierzętami nadrzewnymi, choć większość form sprawnie porusza się również po płaskim terenie. Sposoby poruszania się w znacznej mierze determinowane są rozmiarami ciała zwierzęcia. warto więc dokonać krótkiego przeglądu typów lokomocji w poszczególnych grupach naczelnych.

Małpiatki, a więc przedstawiciele podrzędów *Lemuroidea* i *Tarsioidea* charakteryzują się niewielkimi na ogół rozmiarami ciała i zdecydowanie nadrzewnym trybem życia (wyjątek stanowi jeden z lemurów — *Lemur catta* będący zwierzęciem częściowo

naziemnym). Dominujący u nich typ lokomocji to skoki, w czasie których tułów z głową pozostaje w pozycji pionowej*. Wykonywaniu takich skoków, możliwych zresztą także na płaskiej powierzchni, służą silnie wydłużone kończyny tylne, o odpowiednio rozbudowanej muskulaturze oraz chwytne palce obu par kończyn. Spionizowane skoki w najczystszej postaci występują u przedstawicieli rodzin *Indriidae* (*Indri*, *Propithecus*, *Lichanotus*), *Galagidae*, *Tarsiidae* oraz niektórych lemurów właściwych — *Lemuridae* (*Hepalemur*, *Lepilemur*). Wszystkie te małpiatki, w sytuacji gdy nie jest potrzebny pośpiech potrafią posługiwać się czworonożnym chodem.

Czworonożność, przy której zwierzę może biegać po gałęziach drzewa (a w pewnych sytuacjach także po ziemi), jest typem lokomocji stosowanym przez bardzo wiele rodzajów małpiatek i małp, przy czym można wyróżnić wiele jej odmian, od powolnego chodzenia po gałęziach (*Lorisidae*), poprzez bieganie po gałęziach połączone ze skokami (*Lemuridae*, wiele drobnych i średniej wielkości małp szeroko- i wąskonosych, między innymi z rodzajów *Cebus*, *Hapale*, *Cercophitecus*), po naziemny chód i bieg (duże naziemne formy spośród małp wąskonosych, np. pawian, makaki, dżelada). Szczególną formą lokomocji u naczelnych, która rozwinęła się w związku ze zwiększeniem rozmiarów ciała i nadrzewnym życiem jest brachiacja, czyli ruch, w którym napędową parą kończyn są kończyny przednie. Warto przypomnieć, że morfologicznym przystosowaniem do tego typu lokomocji jest wydłużenie przedniej pary kończyn względem tylnej (u czworonogów stosunek kończyn jest mniej więcej wyrównany, a u spionizowanych skoczków kończyny tylne są dłuższe). Brachiacja podobnie jak czworonożność występuje w wielu wariantach: z wykorzystaniem chwytnego ogona u brachiatorów szerokonosych (*Alouatta*, *Ateles*, *Lagotrix*), brachiacja częściowa połączona z czworonożnym biegiem i skokami (wąskonose *Colobinae*), typowa brachiacja gibbonowatych, brachiacja połączona ze wspinaniem się za pomocą wszystkich czterech kończyn (orangutan) i wreszcie półbrachiacyjna lokomocja dużych i ciężkich małp człekokształtnych — szympansa i goryla, które znaczną część czasu spędzają na ziemi i biegają podpierając się palcami rąk (chód na pięściach).

Chód dwunożny jakim posługuje się człowiek jest typem lokomocji unikalnym nie tylko wśród naczelnych, ale w ogóle wśród ssaków, niemniej dwunożną postawę, a nawet ruch na niewielkich odcinkach potrafią stosować również niektóre małpy (gibbon, szympans, goryl), choć ich chód różni się wówczas w istotny sposób od chodu człowieka.

U niewielu jedynie gatunków naczelnych specjalizacje lokomocyjne posunięte są tak dalece, że nie mogą one stosować różnych typów ruchu w różnych sytuacjach. Większość form ma pod tym względem stosunkowo szerokie możliwości.

---

* J. Napier w swej książce *The Roots of Mankind* (G. Allen and Unwin, London 1970) proponuje termin „vertical clinging and leaping". Tłumacz polskiego wydania (*Prapoczątki człowieka*, PWN, Warszawa 1975) R. Hołyński sugeruje polski termin „spionizowane skoki", co wydaje się trafne i wygodne w użyciu. Tenże tłumacz dla angielskiego terminu „knuckle walking" zaproponował określenie „chód na pięściach", którego dalej również będziemy używać.

Rozród i rozwój u naczelnych

Powyżej przedstawione zostały różne aspekty plastyczności zachowań naczelnych w kilku istotnych dla trwania gatunku dziedzinach, takich jak odżywianie się, ruch czy wymagania klimatyczno-geograficzne. Stwierdziliśmy, że nieliczne tylko cechy w pewnych grupach systematycznych wykazują ścisłą specjalizację, natomiast rzucającą się w oczy właściwością naczelnych jest ich zdolność korzystania ze stosunkowo szerokich nisz ekologicznych. Zdolność ta jednak — o czym trzeba pamiętać — ma swe podłoże w wysoko uorganizowanych strukturach organizmu, stanowiących układy homeostatyczne sterowane po części hormonalnie, przede wszystkim jednak dobrze rozwiniętym w omawianym rzędzie układem nerwowym. Rozwój osobniczy tych złożonych układów przebiega rzecz jasna wolniej niż rozwój mniej skomplikowanych struktur, a znaczna jego część odbywać się musi wewnątrz organizmu matki. Pod tym właśnie względem naczelne możemy uznać za zwierzęta wyspecjalizowane — ich specjalizacja dotyczy optymalizowania warunków rozwoju osobniczego, przy czym właściwość ta przejawia się najwyraźniej w podrzędzie *Simioidea*, mniej wyraźna jest u wyraków, a najsłabiej zaznacza się u pozostałych małpiatek.

U prawie wszystkich naczelnych ciąże i porody są pojedyncze, a rodzenie bliźniąt jest mniej więcej tak rzadkie jak u człowieka (wyjątek stanowią *Galago*, *Microcebus* i niektóre małpy szerokonose z rodziny *Hapalidae*). Płód długo pozostaje w macicy. Ciąża trwa u naczelnych od 4 miesięcy (lemury), 6 - 7 miesięcy u małp szerokonosych i zwierzokształtnych wąskonosych, do 9 miesięcy u małp człekokształtnych i człowieka, a po urodzeniu młode przez długi czas wymagają stałej opieki matki. Pełną dojrzałość morfologiczną i funkcjonalną osiągają po kilku, a nawet kilkunastu — jak człekokształtne — latach, przy czym u tych ostatnich osiągnięcie dojrzałości płciowej nie oznacza jeszcze dojrzałości „społecznej" — zwierzę w grupie, w której żyje nie osiąga wraz z dojrzałością płciową automatycznie statusu osobnika dojrzałego.

Rozród u *Lemuroidea* odbywa się sezonowo — w określonej porze roku uaktywnia się jajnik (pod wpływem gonadotropin przysadki mózgowej), a produkowane przez jajnik estrogeny powodują zmiany rujowe w czynności narządów oraz w zachowaniach zwierząt. U samców gonadotropiny działają na jądra, które wydzielają testosteron wywołujący, podobnie jak estrogeny, zespół zachowań płciowych. W przypadku zapłodnienia zarodek, a następnie płód rozwija się w macicy (dwurożnej w tej grupie naczelnych), w której wytwarza się dosyć prymitywne (w stosunku do pozostałych naczelnych) łożysko — tzw. rozproszone i bezdoczesnowe. Łożysko tego typu wytwarzane jest przez całą powierzchnię jaja płodowego, na którym rozsiane są kosmki. Kosmówka wiąże się ze ścianą macicy stosunkowo luźno i łatwo oddziela się od niej przy porodzie. U pozostałych naczelnych, tj. w podrzędach *Tarsioidea* i *Simioidea*, rozród odbywa się przez cały rok. Jajniki samic przechodzą stale powtarzające się cykle płciowe o stałej dla danego gatunku długości (26 — 45 dni), które ustają gdy dojdzie do zapłodnienia. Nabłonek macicy w trakcie cyklu podlega stałym zmianom, przy czym między kolejnymi cyklami złuszcza się, co łączy się z krwawieniem

(menstruacja). Samce są aktywne płciowo bezustannie, samice natomiast tylko w środkowej fazie cyklu płciowego* (w trakcie owulacji i bezpośrednio po niej). W przypadku zapłodnienia przestrojeniu ulega hormonalna regulacja funkcji jajnika, w którym wstrzymane zostaje dojrzewanie kolejnej komórki jajowej, rozwija się natomiast tzw. ciałko żółte ciążowe wydzielające hormony podtrzymujące ciążę. Łożysko w omawianych podrzędach jest typu krążkowego (u małp wąskonosych — dwukrążkowego), co oznacza, że kosmki rozwijają się w określonym fragmencie (krążku) kosmówki, przy czym łożysko to jest typu doczesnowego — kosmki wrastają w błonę śluzową macicy i leżą w przestrzeniach wypełnionych krwią matki wydostającą się z otwartych naczyń macicy. Oznacza to wyjątkowo ścisły związek rozwijającego się płodu z organizmem matki.

Funkcje rozrodcze u naczelnych, a także struktury związane z tymi funkcjami wykazują więc pewien stopień zróżnicowania w obrębie rzędu, jednak w dużych grupach, w szczególności w rzędzie *Simioidea* obserwuje się specjalizację polegającą na

1) ograniczaniu liczby potomstwa z jednej ciąży,

2) ukształtowaniu łożyska krążkowego, doczesnowego, zapewniającego bardzo ścisły związek płodu z matką,

3) wydłużeniu okresu życia płodowego oraz

4) wydłużeniu okresu dzieciństwa, w którym dalszemu kształtowaniu podlega wiele grup narządów, a ponadto gromadzone są znaczne ilości informacji pozagenowej nabywanej m in na skutek oddziaływań innych osobników z populacji.

Specjalizacja informacyjna naczelnych

Jak już powiedzieliśmy poprzednio, specyficzną cechą naczelnych jest silny rozwój mózgu. Cecha ta, dostrzegalna również i u małpiatek, u małp występuje z całą wyrazistością. Rozwój mózgu u naczelnych oznacza zarówno przyrost liczby neuronów, jak i wzrost liczby połączeń między nimi, tj. liczby obwodów, po których przepływają informacje pobrane z otoczenia. Informacje te są transformowane, magazynowane i wykorzystywane przez zwierzę (w tym także emitowane).

Zdolność gromadzenia w trakcie życia osobniczego indywidualnych doświadczeń (zapamiętywania i wykorzystywania w określonych zestawach warunków) jest cechą o niewątpliwie wysokiej wartości przystosowawczej. Wartość ta staje się jeszcze większa, gdy istnieje możliwość przekazu indywidualnych doświadczeń innemu osobnikowi. Przekaz taki rzecz jasna musi odbywać się drogą pozagenową. U wielu naczelnych rozwój mózgu pozwala na wykorzystywanie tego typu przekazu międzyosobniczego w mniejszym lub większym zakresie. Ponieważ pozagenowy przekaz informacji dotyczącej zachowań osobniczych w populacjach ludzkich nazywa się kulturą, dla zjawiska tego u innych niż człowiek naczelnych można przyjąć termin

* Nie dotyczy to człowieka.

„zachowania protokulturowe", przy czym przejście od protokultury do kultury odbywa się płynnie.

Ze względu na złożoność omawianego zagadnienia nie można dokonać w tym miejscu jego pełnej analizy, posłużymy się zatem przykładami z wybranych dziedzin zachowań protokulturowych u naczelnych.

Cechą gatunku, w której pozagenowa transmisja informacji przejawia się bardzo wyraźnie jest struktura społeczna grupy, tzn. względnie trwały układ zależności pomiędzy osobnikami, zgodnie z którym zwierzęta zajmują określone miejsca w przestrzeni i realizują kontakty międzyosobnicze. Tego rodzaju „uporządkowanie" grupy wymaga pozagenowej komunikacji między osobnikami, które muszą informować się nawzajem o swym położeniu przestrzennym i aktualnych potrzebach. Zestawy sygnałów nadawanych w tym celu, jak również repertuar reakcji na sygnały innych osobników zależą między innymi od stopnia rozwoju centralnego układu nerwowego. U naczelnych bywają one bardzo bogate i w znacznej mierze wyuczalne w trakcie rozwoju osobniczego.

U naczelnych spotkać można wiele typów organizacji społecznych. Nieliczne tworzą monogamiczne rodzinne grupy złożone z pary rodziców i ich niedorosłego potomstwa (np. *Hylobatidae* czy niektóre *Hapalidae*), u innych występują „haremy" złożone z samca, kilku samic i ich potomstwa, jak np. u pawiana płaszczowego (*Papio hamadryas*), u pozostałych osobniki grupują się w wielosamcowe stada o rozmaitych zasadach zależności od układów o sztywnej, niemal „liniowej" hierarchii (każdy osobnik jest podporządkowany pewnym członkom grupy i dominuje nad innymi, przy czym głównemu dominantowi podporządkowani są wszyscy członkowie grupy) do stad o słabo zaznaczonej hierarchii i nie wyodrębniającej się pozycji przywódcy. Znana jest w ekologii zasada, że gatunki żyjące na terenach otwartych charakteryzują się większą dyscypliną w grupach i silniej wyrażoną hierarchią dominacji niż pokrewne im gatunki leśne. Wynika to z rodzaju i częstotliwości zagrożeń występujących w tych dwu typach środowisk. Zasada ta realizuje się również w populacjach naczelnych, przy czym różnice w organizacji grup mogą dotyczyć nawet populacji tego samego gatunku, jeżeli te występują w różnych warunkach. Obserwowano to np. u hulmanów (*Presbytis entellus*) z Indii, makaków japońskich (*Macaca fuscata*) czy szympansów. Stwierdzono również, że nawet w tej samej grupie małp (obserwacje na szympansach) zmieniającej miejsce pobytu mogą ulegać zmianie zachowania społeczne osobników. Istnieje wiele dowodów na to, że zespół zachowań związanych z utrzymywaniem określonej struktury organizacyjnej grupy, a także zmianami tej struktury w określonych sytuacjach, w populacjach naczelnych przekazywany może być drogą pozagenową poprzez uczenie się właściwych reakcji przez zwierzę w trakcie jego rozwoju osobniczego. Najwyraźniej przejawia się to w populacjach małp wąskonosych, a szczególnie człekokształtnych.

Wydłużone dzieciństwo u naczelnych oznacza długi i ścisły kontakt potomstwa z matką. Istnieje wiele dziedzin życia, w których wzorce zachowań przekazywane przez matkę potomstwu mają podstawowe znaczenie przystosowawcze. Dotyczy to np. rozpoznawania miejsca w hierarchii dominacji, reakcji względem dominantów, łagodzenia agresji napastników, nawiązywania przyjaznych kontaktów, a także

zachowań płciowych czy macierzyńskich, wreszcie zachowań związanych ze zdobywaniem pokarmu*. Z tym ostatnim zagadnieniem wiąże się jeszcze jeden aspekt zachowań przypisywanych tradycyjnie jedynie populacjom ludzkim dysponującym kulturą, a mianowicie wytwarzanie i używanie narzędzi. Zachowania te, obserwowane u szympansów, ważne są interpretacyjnie z dwu powodów: jako przejaw wysokiej sprawności struktur pamięciowych umożliwiających osobnikom odwzorowywanie stanów rzeczywistości, z którymi zwierzę stykało się uprzednio i na tej podstawie przewidywanie konsekwencji aktualnego stanu rzeczy, oraz jako zachowania, w których element przekazu gotowych wzorców postępowania odgrywa bardzo ważną rolę.

Przygotowywanie i używanie narzędzi przez szympansa, niezależnie od tego, że są to narzędzia bardzo proste (łodyga trawy odpowiednio przygotowana do połowu termitów z termitiery, „gąbka" z przeżutych liści do zbierania wody z zagłębień, obłamane patyki i gałęzie), jest przejawem najprostszych działań celowych, tj. wyboru wariantu zachowania, który zgodnie ze zgromadzoną w pamięci informacją zapewnia największą korzyść. Zwierzę wykonuje w tym przypadku czynności, których efekty zamierza wykorzystać po pewnym czasie i często w innym miejscu**

Na zakończenie warto wspomnieć o jeszcze jednym aspekcie przekazu informacji pozagenowej, jakim jest komunikacja międzyosobnicza za pomocą kodu symbolicznego – mowy. Sądzono do niedawna, że spośród wszystkich naczelnych jedynie człowiek zdolny jest do abstrahowania pewnych właściwości rzeczy i zdarzeń, symbolizowania ich odpowiednim kodem (fonetycznym) i przekazywania w formie komunikatu odczytywalnego przez innych. Obecnie wiadomo, że niektóre naczelne — w szczególności szympans, bo na nim wykonuje się eksperymenty — są w stanie posługiwać się takimi symbolicznymi kodami, choć nośnikiem kodu nie jest głos. Wyjaśnijmy, że chodzi o możliwości zwierząt w tym zakresie, a nie o faktycznie stwierdzone w wolno żyjących populacjach używanie jakiegokolwiek typu „mowy". Tak więc w eksperymentach laboratoryjnych stwierdzono, że gdy przedmioty, ich właściwości czy stany symbolizuje się znakami optycznymi (np. gesty rąk lub figury geometryczne o różnych barwach) to szympans jest w stanie abstrahować właściwości rzeczy, symbolizować je odpowiednim znakami, stosować symbole dla relacji między rzeczami, a ponadto budować z pojedynczych symboli wypowiedzi w formie zdań. Nie jest w tej chwili ważne czy tego typu mowę można uznać za spełniającą kryteria języka ludzkiego (dyskusje na ten temat ciągle jeszcze trwają), ważne jest natomiast uświadomienie sobie faktu, że możliwości zwierząt w zakresie „przekazu kulturowego" są znacznie większe niż do niedawna przypuszczano.

---

* Pozagenowy charakter przekazu wzorców tych zachowań najpełniej przejawia się u najwyższych naczelnych. Gdy mowa jest o istnieniu dowodów na taki typ przekazu, chodzi o obserwacje dokonywane przede wszystkim na szympansach (J. Van Lavick – Goodal, *W cieniu człowieka*, PWN, Warszawa 1975)

** Narzędzia jakie potrafi wytwarzać szympans powstają na drodze tzw. obróbki pierwotnej za pomocą narządów ciała (zęby, paznokcie). Dla człowieka charakterystyczne jest wytwarzanie narzędzi drogą obróbki wtórnej — przy użyciu innych narzędzi.

Rozdział drugi

Filogeneza naczelnych–antropogeneza

Problematyka hominizacji

Współczesny człowiek wykazuje pewne zróżnicowanie morfologiczne i znacznie większe zróżnicowanie kulturowe. Różnice w wyposażeniu kulturowym, a więc informacyjnym powodują, że opisując grupy ludzkie mówimy często o ich poziomie rozwoju kulturowego, przy czym poziom ten określamy stopniem komplikacji systemów gospodarczych. Mówimy więc o gospodarce zbieracko łowieckiej (np. Buszmenów czy tubylców australijskich), kopieniaczej (np. u południowoamerykańskich Indian czy niektórych ludów afrykańskich), pasterskiej (koczownicze ludy Azji Mniejszej czy Afryki utrzymujące się z hodowli zwierząt) czy wreszcie rolniczej. Często poszczególne poziomy komplikacji systemów gospodarczych współczesnych ludów przyrównuje się do poziomów gospodarki ludzkiej w kolejnych etapach dziejów naszego gatunku. Tak więc, z grubsza biorąc, zbieracko łowiecki typ gospodarki odpowiadałby starszej epoce kamiennej (paleolitowi), kopieniaczy i pasterski — środkowej (mezolitowi), a rolniczy — młodszej epoce kamiennej (neolitowi i czasom późniejszym). Współczesne populacje ludzkie uprawiające zbieractwo i łowiectwo nie są oczywiście identyczne pod względem kulturowym (a tym bardziej genetycznym) z populacjami, które kilkadziesiąt tysięcy lat temu przechodziły przez podobny etap w rozwoju kultury, można jednak na podstawie współczesnych zbieraczy i łowców skonstruować model funkcjonowania grupy ludzkiej o takim właśnie poziomie komplikacji kultury, a główne zależności obowiązujące w tym modelu wykorzystywać dla rekonstrukcji procesów zachodzących w pradziejach (dotyczy to także grup ludzkich o poziomie neolitycznym czy innych poziomach gospodarki).

Podobnie przedstawia się sprawa z porównywaniem poszczególnych grup współczesnych naczelnych, reprezentujących rozmaite poziomy „zaawansowania ewolucyjnego" z kolejnymi etapami ewolucji naczelnych w przeszłości. Rekonstrukcja rozwoju filogenetycznego naczelnych oparta jest z jednej strony na dokumentacji paleontologicznej — odpowiednio datowanych szczątkach tych istot pochodzących z wykopalisk, z drugiej natomiast uzupełniana danymi o współ-

czesnych populacjach reprezentujących różne poziomy komplikacji struktur morfologicznych i zachowań.

Jeżeli przez antropogenezę będziemy rozumieć ciąg przemian ewolucyjnych żywych organizmów, który doprowadził do pojawienia się człowieka, to możemy stwierdzić, że rekonstrukcja procesu antropogenezy od poziomu reprezentowanego na początku ery kenozoicznej przez prymitywne ssaki do szczebla małpy człekokształtnej w miocenie jest względnie łatwa. Staje się ona znacznie trudniejsza dla odcinka czasu, w którym przekształcaniu ulegały populacje naczelnych o poziomie rozwoju odpowiadającym małpom człekokształtnym osiągając poziom odpowiadający współczesnemu człowiekowi o najmniej skomplikowanym systemie kulturowym (zbieracko łowieckim). Tego odcinka antropogenezy nie da się zilustrować żadną współczesną grupą naczelnych; mówimy że nastąpiło wówczas „uczłowieczenie" i przyjmujemy dla tego fragmentu antropogenezy nazwę hominizacja. Odcinek drogi rozwojowej ludzkości, w którym nastąpiła hominizacja stanowi centrum zainteresowania paleoantropologii i to zarówno pod względem biologicznym, tzn. kształtowania się organizmu o określonych właściwościach morfologicznych i fizjologicznych, jak i w sensie kulturowym.

W problematyce antropogenezy, a w szczególności hominizacji, wyróżnić można dwa aspekty:

1) rekonstrukcji drzewa rodowego człowieka, a więc zestawienia w miarę możliwości kompletnego łańcucha form będących w stosunku do siebie przodkami i potomkami oraz

2) wyjaśnienia mechanizmów, które warunkowały przebieg ewolucji w takim kierunku, że jej ostatecznym efektem jest współczesny człowiek.

Pierwszy z wymienionych aspektów badań wymaga zgromadzenia odpowiednio dużej liczby kopalnych szczątków istot należących do drzewa rodowego człowieka, a przy tym dokładnego ich datowania oraz ustalenia ich związków filogenetycznych. Badania dokonywane w omawianym aspekcie napotykają na rozmaite przeszkody: datowanie kopalnych szczątków, których wiek sięga milionów lat jest niezwykle skomplikowane i wymaga stosowania szczególnych, na ogół kosztownych metod, obarczonych ponadto dużymi błędami; ustalanie pokrewieństwa istot reprezentowanych często jedynie drobnymi fragmentami kośćca jest zadaniem na tyle trudnym, że często dopuszczać trzeba po kilka możliwych hipotez; dla pewnych odcinków procesu hominizacji nie znaleziono dotychczas szczątków, które wypełniłyby luki w naszej wiedzy o przebiegu filogenezy człowieka.

Badania prowadzone w drugim z wymienionych wyżej aspektów — rekonstrukcji mechanizmów hominizacji — wymagają głębokiego rozpoznania mechanizmów ewolucji w ogóle oraz uwzględnienia zależności adaptacyjnych pojawiających się w systemach o zwiększonej (w stosunku do populacji roślinnych i podludzkich zwierzęcych) ilości informacji pozagenowej. Odmienność uwarunkowań procesów adaptacyjnych dotyczących doboru informacji kulturowej na różnych etapach ewolucji człowieka powoduje, że nie można bezkrytycznie przenosić naszej wiedzy o współczesnych populacjach ludzkich na procesy dokonujące się w odległej przeszłości.

Chronologia procesu hominizacji

Podstawowym problemem metodycznym we wszystkich badaniach paleontologicznych jest datowanie znalezisk. Nieco łatwiej jest ustalać tzw. chronologię względną znalezisk, tzn. określać, które ze współwystępujących szczątków są starsze, a które młodsze. O wiele trudniejszym zadaniem jest ustalenie chronologii bezwzględnej — liczby lat, które minęły od czasu gdy istota, której szczątki badamy wchodziła w skład żyjącej populacji. Przy obecnym stanie wiedzy paleontologicznej można, na podstawie całych zespołów znalezisk (szczątków organizmów roślinnych i zwierzęcych), usytuować względem siebie w czasie poszczególne stanowiska badawcze, często jednak na tym samym stanowisku występują szczątki organizmów z różnych okresów, epok czy er i zachodzi konieczność dokonania oceny ich wieku względem siebie nawzajem. Jeżeli złoża geologiczne, w których znajdują się szczątki organizmów nie zostały naruszone i zachowują swój pierwotny układ, można posłużyć się metodą stratygraficzną (warstwy leżące głębiej ukształtowały się wcześniej od warstw leżących nad nimi). Jeżeli jednak układ warstw z jakiegokolwiek powodu został naruszony (ruchy górotwórcze, erupcje wulkanów), a także wówczas gdy materiał paleontologiczny został wydobyty bez należytej dokumentacji stratygraficznej — co zdarza się przy odkryciach dokonywanych przypadkowo — metody możliwe do zastosowania w celu ustalenia względnej chronologii stają się o wiele bardziej złożone.

Znany jest w paleontologii zespół metod określony skrótem *FUN* (*fluor, uranium, nitrogen*). Metoda fluorowa polega na oznaczaniu zawartości fluoroapatytu, związku powstającego przez połączenie fluoru ze związkami wapnia, w zalegających w ziemi kościach zwierzęcych. Fluor osadza się w kościach w ilości proporcjonalnej do czasu przebywania szczątków w ziemi. Pochodzi on z wody przesączającej się przez warstwy, w których znajdują się kości. Metoda ta pozwala rozsegregowywać chronologicznie szczątki z danego stanowiska, nie pozwala natomiast porównywać materiałów z różnych miejsc, bowiem różnią się one zazwyczaj ilością fluoru w wodach gruntowych. Na podobnych zasadach oparta jest metoda uranowa. Polega ona na oznaczaniu osadzającego się w kościach uranu, który podobnie jak fluor pochodzi z wody kontaktującej się ze spoczywającymi w ziemi szczątkami organicznymi. Również w przypadku uranu ilość pierwiastka nagromadzonego w kościach zależy nie tylko od czasu, ale również od jego zawartości w wodzie. Zaletą metody uranowej jest możliwość dokonywania oznaczeń bez uszkadzania materiału, bowiem uran jako pierwiastek promieniotwórczy wykrywa się przez pomiar radioaktywności. Metoda azotowa polega na oznaczaniu zawartości w kościach zwierzęcych tzw. azotu organicznego, tj. azotu, który wchodzi w skład związków organicznych, a konkretnie kolagenu — białka włóknistego występującego w tkankach łącznych i charakteryzującego się bardzo dużą trwałością. Kolagen, jakkolwiek jest trwały, w miarę upływu czasu stopniowo ulega rozpadowi, przy czym zaawansowanie tego procesu jest proporcjonalne do czasu przebywania kości w ziemi.

Jak już powiedzieliśmy, znacznie więcej trudności przysparza określanie bez-

Tabela 1.2.1. Chronologia dziejów Ziemi

Era	Okres	Epoka	Chronologia (mln lat) początek	Chronologia (mln lat) czas trwania
Kenozoiczna	czwartorzęd	holocen	0,01	0,01
		plejstocen	2	2
	trzeciorzęd	pliocen	12	10
		miocen	26	14
		oligocen	37	11
		eocen	59	22
		paleocen	65	6
Mezozoiczna	kreda		135	70
	jura		180	45
	trias		230	50
Paleozoiczna	perm		280	50
	karbon		345	65
	dewon		405	60
	sylur		425	20
	ordowik		500	75
	kambr		600	100
Proterozoiczna			1600	1000
			ponad	ponad
Archaiczna			4000	2000

względnej chronologii znalezisk. Dotyczy to rzecz jasna takich szczątków organicznych, które pochodzą z czasów przedhistorycznych. Znaleziska, których wiek zawiera się w przedziale od współczesności do około 2500 lat p.n.e. datuje się na ogół przy wykorzystaniu danych historycznych w formie dokumentów pisanych lub zabytków o znanej skądinąd chronologii. Można w takich badaniach wykorzystywać również obserwacje śladów zjawisk przyrodniczych o charakterze cyklicznym uwarstwienia lodowców lub pochodzących z nich osadów, sloje przyrostów rocznych drzew (dendrochronologia) czy warstwy pyłków roślinnych (palinologia).

Datowanie materiałów organicznych pochodzących z czasów od 0 do około 70 000 lat p.n.e. możliwe jest obecnie dzięki szeroko już rozpowszechnionej izotopowej metodzie „węgla radioaktywnego". Metoda ta polega na pomiarze zawartości w szczątkach organicznych izotopu węgla C^{14}. Promieniotwórczy ten izotop pobierany jest przez żywe organizmy z atmosfery (rośliny) lub z pokarmem (zwierzęta) i utrzymuje się za życia w tkankach w proporcji równej frakcji atomów C^{14} wśród pozostałych izotopów węgla. Wraz ze śmiercią organizmu rozpoczyna się proces utraty omawianego izotopu na skutek rozpadu promieniotwórczego, w czasie którego przechodzi on w azot N^{14}. Czas połowicznego rozpadu węgla C^{14} wynosi 5730 lat. Pozwala to na podstawie pomiaru zawartości nierozłożonego izotopu określić czas jaki upłynął od śmierci organizmu. Błędy popełniane przy oznaczeniach tą metodą są dosyć duże i mogą sięgać nawet tysiąca lat, przy czym rosną

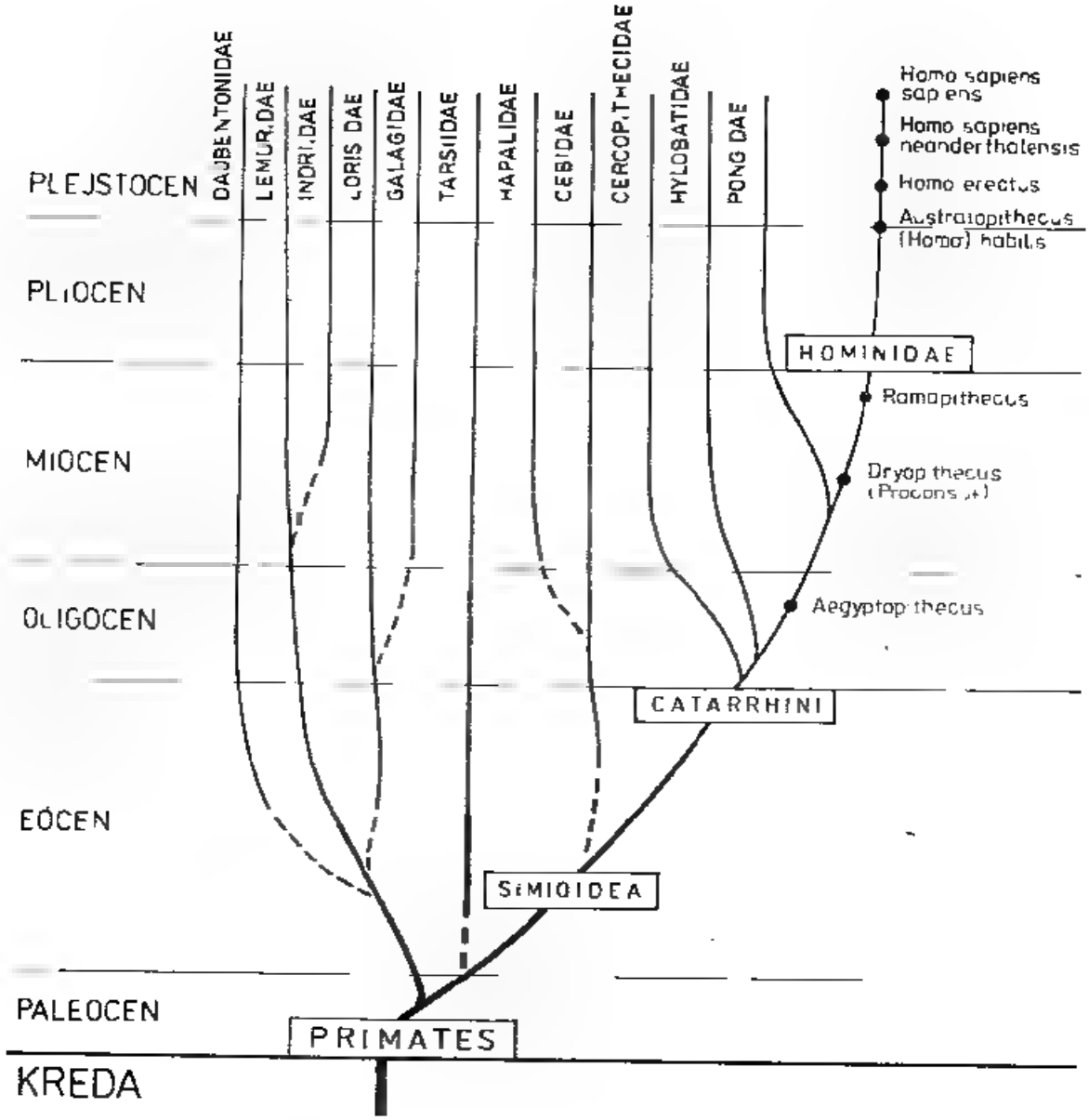
gdy wzrasta wiek datowanych szczątków. Gdy wiek ten przekracza 50 000 tys. lat, stosowanie metody radiowęglowej staje się mało użyteczne.

Dla znalezisk, których wiek bezwzględny zawiera się między 50 000 tys. i 500 000 tys lat do dzisiaj nie stworzono metody, która z zadowalającą dokładnością dokonywałaby oszacowań Dla materiałów starszych natomiast stosuje się kilka metod opartych na pomiarze efektów promieniotwórczego rozpadu pierwiastków (uranu, toru, rubidu, potasu). Najbardziej rozpowszechniona jest metoda potasowo argonowa. Metoda ta w zasadzie dotyczy datowania skał wulkanicznych. W odniesieniu do szczątków organicznych stosować ją można wówczas, gdy szczątki te znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie skał wylewowych i to skał powstających mniej więcej w tym samym czasie gdy żyły organizmy, których szczątki poddawane są badaniom. Powstający w wyniku promieniotwórczego rozpadu izotopu potasu K^{40} argon Ar^{40} zostaje uwięziony w skałach zastygłych po wydostaniu się na powierzchnię ziemi i jego ilość może zostać zmierzona. Czas połowicznego rozpadu potasu K^{40} wynosi $1{,}33 \cdot 10^9$ lat, wobec czego metodą potasowo argonową można posługiwać się nawet wówczas, gdy wiek skał dorównuje wiekowi ziemi.

Ewolucja małpiatek i małp

Historia naturalna rzędu naczelnych jest niewiele krótsza od historii ssaków łożyskowych w ogóle Sięga ona początków ery kenozoicznej (tab. 1.2 1). W paleocenie, tj. około 60 mln lat temu, rząd naczelnych reprezentowały naczelne określane jako rodzina *Plesiadapidae*. Były to niewielkie leśne zwierzęta wielkością i kształtem przypominające współczesne wiewiórczaniki, o wydłużonym pysku, palcach zakończonych pazurami i zębach świadczących o przewadze owadów w diecie. Rodzaj *Plesiadapis* występował zarówno na terenie Europy, jak i Ameryki.

Eoceńskie naczelne są już dosyć znacznie zróżnicowane, tak że wydziela się wśród nich trzy rodziny: *Adapidae*, *Omomyidae* i *Tarsiidae*. Przedstawicieli pierwszej z tych rodzin uważa się za przodków współczesnych małpiatek. Ich szczątki licznie występują w eoceńskich warstwach Ameryki Północnej (*Notharctus*, *Smilodectes*) i Europy (*Adapis*). Z terenu Europy pochodzą szczątki eoceńskiego przedstawiciela wyraków, jedynej rodziny naczelnych, która od eocenu przetrwała bez zmiany pozycji systematycznej do dzisiaj. Eoceńskie wyraki reprezentuje rodzaj *Necrolemur*. Rodzinę *Omomyidae* uważa się za tę, z której wywodzi się współczesny podrząd *Simioidea*. Jej przedstawiciele w eocenie występowali zarówno w Ameryce Północnej, jak i w Europie, mogli więc dać początek zarówno małpom szerokonosym, jak i wąskonosym. W stosunku do form paleoceńskich naczelne eocenu posiadają wiele nowych cech morfologicznych i, jak można się na tej podstawie domyślać, ekologicznych. Były to zwierzęta nadrzewne, o większych rozmiarach ciała, uzębieniu wskazującym na wzrost roślinożerności i kończynach wykazujących rozwój chwytności stopy i lokomocję podobną do współczesnych lemurów. Istotne



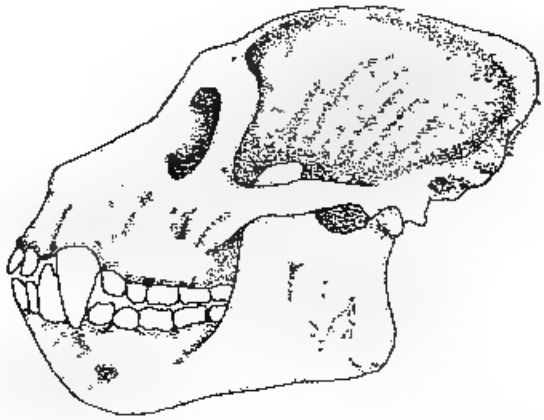
Ryc. 1 2.1. Schemat kształtowania się rodzin rzędu *Primates*

przekształcenia dotyczyły czaszki. Oczodoły zyskują kostną obudowę i kierują się ku przodowi (stereoskopia), twarzowa część czaszki ulega skróceniu, powiększa się puszka mózgowa.

Począwszy od eocenu kontakt między Ameryką i kontynentami Starego Świata zostaje dla naczelnych przerwany. Oligoceńskie formy ewoluowały więc niezależnie na terenie Starego i Nowego Świata. Wśród oligoceńskich naczelnych Starego Świata należy więc szukać przodków wszystkich małp wąskonosych, a także człowieka. Znaleziska oligoceńskie datowane na wiek około 30 mln lat, a związane z filogenezą wąskonosych, są dosyć nieliczne i pochodzą z Afryki (rejon Fayum w Egipcie). Szczątki te, choć zgromadzone dosyć obficie na niewielkim terenie, są jednak dosyć fragmentaryczne większość z nich to zęby i ułamki szczęk lub żuchwy. Jeden tylko rodzaj, *Aegyptopithecus*, reprezentowany jest prawie kompletną czaszką. Najstarszą z form odkrytych w Fayum jest datowany na około 32 mln lat *Oligopithecus*. Małpa ta charakteryzowała się formułą zębową

2.1 2.3 (w szczęce i żuchwie), a więc charakterystyczną dla wszystkich małp wąskonosych i człowieka. Właśnie ze względu na cechy uzębienia formę tę uważa się za wyjściową dla pozostałych.

Parapithecus i *Apidium* datowane są na około 30 mln lat i uważane za prawdopodobnych przodków zwierzokształtnych form wąskonosych. Przodków istot człowiekowatych, w oligocenie wspólnych jeszcze z małpami człekokształtnymi, upatruje się wśród istot reprezentowanych przez rodzaj *Aegyptopithecus* datowany na około 28 mln lat. Spośród znalezisk z Fayum należy wymienić ponadto rodzaj *Aeolopithecus* (uważany za przodka gibbonów) i rodzaj *Propliopithecus*.



Ryc. 1.2.2. Rekonstrukcja czaszki *Aegyptopithecus*

W kolejnej epoce trzeciorzędu — miocenie nastąpiło zapewne rozdzielenie się dróg rozwojowych małp człekokształtnych i człowiekowatych. Spośród mioceńskich znalezisk należy zwrócić uwagę na dwa rodzaje: *Dryopithecus* i *Ramapithecus*. Pierwszy z nich datowany na 18 22 mln lat występował na wszystkich kontynentach Starego Świata, przy czym dla form europejskich tego rodzaju stosowano nazwę rodzajową *Dryopithecus*, gatunki afrykańskie natomiast zalicza się często do odrębnego rodzaju *Proconsul*. Azjatyckie dryopiteki, kolejno odkrywane, otrzymywały odrębne nazwy rodzajowe: *Bramapithecus*, *Sivapithecus* i *Sugrivapithecus*. Ponieważ różnice pomiędzy formami europejskimi, afrykańskimi i azjatyckimi są na tyle małe, że wielu paleontologów nie widzi podstaw do rozdzielania ich na odrębne rodzaje, w naszym omówieniu pozostańmy również przy jednorodzajowej nomenklaturze dla tych zwierząt. Więcej miejsca warto poświęcić afrykańskim dryopitekom i to z dwu względów: 1) reprezentowane są one przez znaczną liczbę szczątków stosunkowo dobrze zachowanych i datowanych oraz 2) wśród nich najprawdopodobniej znajdowali się przodkowie późniejszych protohominidów. Większość szczątków afrykańskich dryopiteków odkryto we wschodniej Afryce — w Kenii i Ugandzie, głównie w okolicach Jeziora Wiktorii (Wyspa Rusinga). Istoty, które jak już wspomnieliśmy określa się także nazwą „prokonsul", były małpami leśnymi i stepowo leśnymi o cechach morfologicznych pozwalających domyślać się w nich zarówno późniejszych małp człekokształtnych, jak i istot człowiekowatych. Argumentami za takim właśnie ich stanowiskiem systematycznym są głównie uzębienie i budowa kończyn wskazująca na typ lokomocji. Były to zwierzęta czworonożne o chwytnych kończynach, sprawne zarówno w poruszaniu się na drze-

Tabela 1.2.2. Najważniejsze znaleziska naczelnych dotyczące przebiegu ewolucji rzędu, do pojawienia się rodziny *Hominidae*

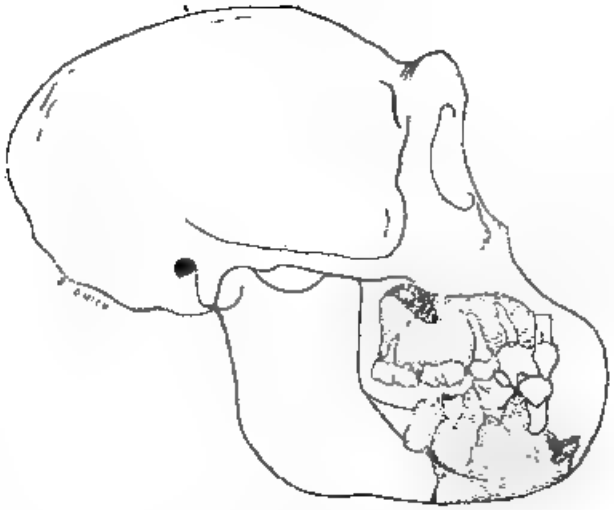
Epoka	Datowanie (mln lat temu)	Rodzaj	Miejsce znalezienia	Znaczenie dla paleoantropologii
Paleocen	60	*Plesiadapis*	Europa, Ameryka	forma reprezentatywna dla najpierwotniejszych naczelnych
Eocen	50 - 40	*Omomyidae*	Europa, Ameryka	rodzina naczelnych, w której należy upatrywać przodków małp szerokonosych Nowego Świata i wąskonosych Starego Świata
Oligocen	32	*Oligopithecus*	Fayum (Egipt)	rodzaj uważany za prawdopodobną formę wyjściową dla małp wąskonosych
	28	*Aegyptopithecus*	Fayum (Egipt)	domniemana forma wyjściowa dla rodzin *Pongidae* i *Hominidae*
Miocen	20	*Dryopithecus* (*Proconsul*)	Wyspa Rusinga (Kenia)	wśród afrykańskich przedstawicieli tego rodzaju upatruje się przodków rodziny *Hominidae*
	14	*Ramapithecus* (*Kenyapithecus*)	Fort Ternan (Kenia), wzgórza Siwalik (Indie)	prawdopodobnie bezpośredni przodek lub nawet przedstawiciel rodziny człowiekowatych (*Hominidae*)

wach, jak i na powierzchni ziemi. Stosunek kończyn przednich do tylnych, a także inne szczegóły budowy sugerują stosowanie brachiacyjnej lub półbrachiacyjnej lokomocji. Ich czaszka miała budowę stosunkowo delikatną, bez charakterystycznych dla dzisiejszych człekokształtnych grzebieni związanych z silnym umięśnieniem szczęk. Ich puszka mózgowa była stosunkowo duża.

Spośród trzech wyróżnianych gatunków, *Dryopithecus* (*Proconsul*) *major* uważany jest za ewentualnego przodka goryli. Znacznie mniejszy od niego *Dryopithecus* (*Proconsul*) *africanus* (o rozmiarach niedużego pawiana) może być uważany za przodka współczesnych szympansów, trzeci natomiast *Dryopithecus* (*Proconsul*) *nyanzae*, o pośrednich względem dwu poprzednich rozmiarach, zdaje się wykazywać związek z późnomioceńskimi ramapitekami.

Rodzaj *Ramapithecus* odkryty został na terenie Indii (wzgórza Siwalik, niedaleko New Delhi) oraz w Kenii (Fort Ternan). Indyjskie znaleziska datowane są na schyłek miocenu (14 - 12 mln lat), wschodnioafrykańskie na około 14 mln lat.

Ryc. 1.2.3. *Dryopithecus (Proconsul) africanus*



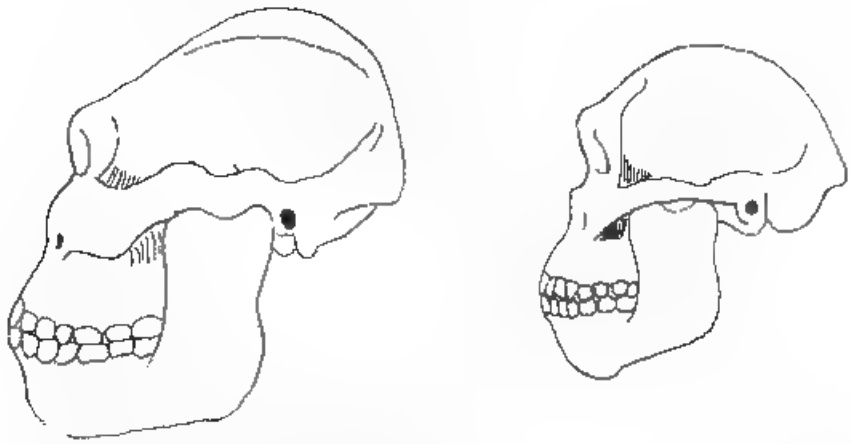
Ryc. 1.2.4. Przypuszczalny kształt czaszki ramapiteka (na podstawie fragmentów szczęk z Fort Ternan)

Szczątki z Fort Ternan nazwane zostały przez swych odkrywców (Louis i Mary Leakey) *Kenyapithecus*; wydaje się jednak, że nie ma potrzeby stosowania dla nich odrębnej nazwy rodzajowej. Fragmenty kostne, które przypisuje się ramapitekowi odkryto ponadto w Chinach, Niemczech, Hiszpanii i Grecji. Należy wyjaśnić, że nie budzące wątpliwości szczątki ramapiteka stanowią wyłącznie fragmenty szczęk, żuchw i zębów, trudno więc na ich podstawie wyciągać wiążące wnioski dotyczące morfologii całego ciała i właściwości ekologicznych. Wiadomo w każdym razie, że *Ramapithecus* cechował się wyjątkowo silnie skróconą twarzą, w jego łuku zębowym nie było luki, która występuje u form o masywnych klach, kły bowiem tej istoty były średnich rozmiarów i nieznacznie tylko wystawały poza linię zgryzu. Łuk zębowy miał kształt paraboliczny i przypominał bardziej stosunki panujące w tym zakresie u człowiekowatych niż prostokątny łuk zębowy człekokształtnych. Pomińmy w tym miejscu dyskusję nad różnymi, często bardzo śmiałymi interpretacjami przyczyn i konsekwencji opisanych cech morfologii szczęk i zębów, stwierdźmy natomiast, że wiele przemawia za tym, iż rodzaj *Ramapithecus* może być uważany za hipotetycznego przedstawiciela kształtującej się rodziny *Hominidae*.

Pojawienie się rodziny *Hominidae*

Ostatnią z opisywanych form naczelnych, którą jak powiedzieliśmy można z pewnymi zastrzeżeniami uważać za bezpośredniego przodka człowiekowatych, był mioceński *Ramapithecus* datowany na około 14 - 12 mln lat. Kolejne znaleziska, o zdecydowanej już przynależności do rodziny *Hominidae*, pochodzą z końca pliocenu (około 4 mln lat). Istnieje więc dosyć znaczna luka, dla której nie dysponujemy odpowiednimi znaleziskami, choć zdarzyła się ona w czasie, gdy zachodziły naj-

istotniejsze z punktu widzenia naszego opisu procesy: ukształtowanie się dwunożnego chodu, rozrost mózgu, rozwój zachowań narzędziowych. W końcowej fazie pliocenu oraz na początku plejstocenu rodzina *Hominidae* jest już szeroko rozprzestrzeniona na kontynencie afrykańskim i wykazuje dość znaczne zróżnicowanie morfologiczne. Jej przedstawiciele, tzw. australopiteki są istotami dwunożnymi i — co ważniejsze — w sposób nie budzący już dziś wątpliwości można im przypisać posiadanie kultury. W świetle tego co powiedzieliśmy w poprzednim rozdziale o zachowaniach protokulturowych u naczelnych, istotne staje się wyjaśnienie jaki typ zachowań informacyjnych można określić nazwą kultury. W szczególności należy wskazać taki przejaw tych zachowań, który mógłby być stwierdzalny w materiale paleontologicznym. Przyjęto uważać, że termin kultura można stosować w odniesieniu do takich populacji, w których przekaz pozagenowy osiąga poziom komplikacji umożliwiający produkcję kamiennych narzędzi (narzędzi wytwarzanych z surowca wymagającego obróbki wtórnej).



Ryc. 1.2.5. Czaszki przedstawicieli australopiteków: *Australopithecus robustus* (z lewej) i *Australopithecus africanus* (z prawej)

Nazwą australopiteki obejmuje się najczęściej szczątki wszelkich istot człowiekowatych zamieszkujących Afrykę w czasie od około 4 do około 1 mln lat temu. Co do ich wzajemnych pokrewieństw i stanowiska w drzewie genealogicznym człowieka istnieją wśród antropologów duże różnice zdań. Najogólniej rzecz biorąc, istnieją współcześnie dwie grupy poglądów na systematykę człowiekowatych omawianego okresu. Zgodnie z pierwszą, wszystkie znalezione i opisane dotychczas formy są przedstawicielami jednego rodzaju *Australopithecus*, dzielącego się na współwystępujące z sobą gatunki różniące się nieznacznie morfologią, dość istotnie natomiast zachowaniami i możliwościami kulturowymi. Gatunki te to *A. robustus* i *A. africanus*, ewentualnie także trzeci gatunek *A. habilis* stanowiący bardziej progresywną wersję *A. africanus*. Drugą grupę poglądów można scharakteryzować następująco: hominidy z przełomu pliocenu i plejstocenu dzielą się na dwa rodzaje, z których pierwszy *Australopithecus* (z gatunkami *A. robustus* i *A. africanus*) stanowi boczną gałąź drzewa rodowego, drugi natomiast *Homo*, reprezentowany przez gatunek *Homo habilis* jest naszym bezpośrednim przodkiem. Pomijamy tu wszelkie koncepcje pośrednie dające się sprowadzić do powyższych dwu, a także różnice w nazewnictwie

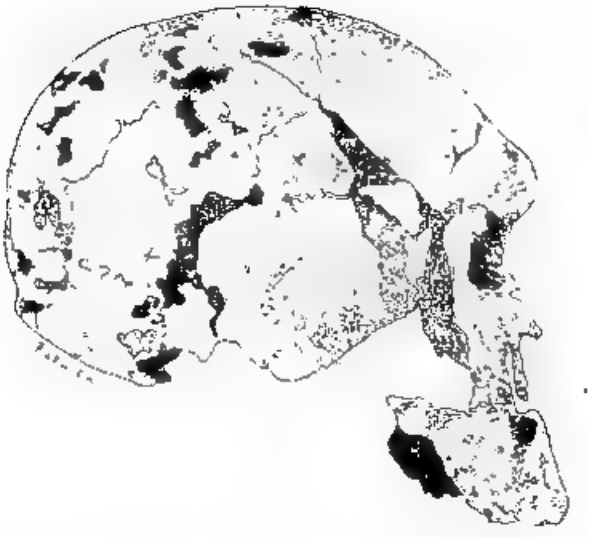
rodzajów. Wielu odkrywców stara się nadawać własne nazwy rodzajowe. Tak np. dla australopiteków stosowano także nazwy *Plesjanthropus*, *Paranthropus*, *Zinjanthropus*, ujednolicane obecnie według jednego z dwu podanych wyżej sposobów.

Stanowiska, na których wydobyto szczątki australopiteków zlokalizowane są, jak już powiedzieliśmy, w Afryce. Pierwsze odkrycia pochodzą z Afryki Południowej (z Transvaalu). Pierwszy, słynny już dzisiaj okaz czaszki dziecka wydobył w 1924 r. R. Dart w Taung, pozostałe znaleziska pochodzą ze Sterkfontein, Swartkrans, Kromdraai i Makapansgat. Południowoafrykańskiemu pochodzeniu pierwszych znalezisk zawdzięczają australopiteki swą nazwę (*australis* — południowy, *pithekos* — małpa) nadaną przez Darta dziecku z Taung. Duże kłopoty z datowaniem szczątków południowoafrykańskich spowodował fakt wydobycia ich z pokładów o naruszonej stratygrafii. Początkowo datowano je na wiek poniżej 1 mln lat, obecnie uważa się, że wiek ich sięga 1,5 - 3 mln lat. Za najstarsze należy uznać szczątki z Makapansgat, najmłodsze natomiast z Taung. Australopiteki południowoafrykańskie należą do dwu wymienianych poprzednio gatunków. *A. africanus* i *A. robustus* i reprezentowane są przez liczne fragmenty czaszek oraz innych kości (kończyn, miednic).

Drugim regionem Afryki, na którym wydobyto bardzo wiele szczątków australopiteków, jest Afryka Wschodnia. Szeroko znanym stanowiskiem wschodnioafrykańskim jest Olduvai Gorge — wąwóz w północnej Tanzanii w pobliżu wulkanu Ngorongoro. Ściany tego wąwozu, o wysokości około 100 m, stanowią naturalny profil stratygraficzny o dobrze zachowanym, pierwotnym układzie warstw, w których wydzielono pięć poziomów. Najgłębszy z poziomów — I, leżący bezpośrednio na bazaltowym podłożu, wydatowany został na wiek około 1,8 mln lat, a dolne warstwy poziomu II na około 1,7 mln lat. Prowadzący w Olduvai badania małżonkowie Mary i Louis Leakey w odkrytym przez siebie poziomie I i II szczątkom nadali nazwy niezupełnie zgodnie z przyjętą przez nas w niniejszym omówieniu nomenklaturą. Część z nich, w tym słynną czaszkę z poziomu I nazwaną przez odkrywców *Zinjanthropus boisei*, zaliczyć należy do gatunku *Australopithecus robustus*. Dla pozostałych szczątków L. Leakey zaproponował nazwę *Homo habilis*. Jakkolwiek kwestia istnienia na przełomie pliocenu i plejstocenu rodzaju *Homo* nie została rozstrzygnięta, wydaje się, że w naszym omówieniu wygodniej będzie stosować nazewnictwo wynikające z „jednorodzajowej" koncepcji wczesnoplejstoceńskich australopiteków. Za takim rozstrzygnięciem kwestii przemawia fakt, że nawet gdyby okazało się bezsporne występowanie z gatunkami rodzaju *Australopithecus* populacji odrębnego, izolowanego od nich całkowicie gatunku, to zastosowanie dla niego nazwy *Australopithecus habilis* (zamiast *Homo habilis*) nie oznacza wcale, że nie można go uznać za gatunek bezpośrednio poprzedzający środkowoplejstoceńskiego pitekantropa (*Homo erectus*). Zmiana nazwy rodzajowej jest w takiej sytuacji sprawą umowną. Wracając więc do znalezisk z Olduvai Gorge, stwierdzić należy, że reprezentowały one wszystkie trzy formy australopiteków: *A. robustus*, *A. africanus* i trzecią, którą dalej umownie nazywać będziemy *Australopithecus* (*Homo*) *habilis*.

Rejonem badań, również leżącym w Afryce Wschodniej, na którym w ostatnich latach dokonano najbardziej znaczących odkryć, jest rejon Jeziora Turkana

(poprzednio nazywało się ono Jezioro Rudolfa) w Kenii. Na terenie tym wydobyto szczątki około 150 osobników, w tym wiele dobrze zachowanych części czaszek i kości kończyn. Datowanie warstw, z których znaleziska te pochodzą kilkakrotnie już ulegało zmianom, niemniej można przyjąć, że wiek ich mieści się w granicach od około 1,3 do około 2,5 mln lat. Szczątki australopiteków z omawianego stanowiska reprezentują pełen zakres zmienności morfologicznej tych istot. Prowadzący tu badania Richard Leakey (syn Louisa i Mary), biorąc pod uwagę rozmaitość form wydobywanych szczątków hominidów wystąpił z hipotezą istnienia we wschodniej Afryce na początku plejstocenu, obok dwu gatunków rodzaju *Australopithecus* (*robustus* i *africanus*), rodzaju *Homo* (*H. habilis*) o wiele dalej zaawansowanego od poprzednich w rozwoju cech ludzkich. Powodem, dla którego — zdaniem R. Leakeya — hipotezę taką należało postawić, była słynna już dziś czaszka *KNM-ER 1470* (jest to numer inwentarzowy *Kenya National Museum East Rudolph*)



Ryc. 1.2.6. Znalezisko *KNM-ER 1470* ze stanowiska nad Jeziorem Turkana — *Australopithecus* (*Homo*) *habilis*

odkryta w 1972 r. Czaszka ta wyróżniała się dużą pojemnością puszki mózgowej, bowiem wartość ta wynosiła ok. 800 cm³, podczas gdy dla innych australopiteków objętość czaszki szacowano na 400–500 cm³. Również pewne cechy morfologii tej czaszki (wysklepienie, budowa i wielkość kości twarzy) sugerowały jej progresywny charakter. W pobliżu miejsca wydobycia czaszki *KNM-ER 1470* znaleziono ponadto kości kończyn dolnych prawie identyczne z kośćmi późniejszych przedstawicieli rodzaju *Homo*.

Znaleziska ze stanowiska nad Jeziorem Turkana, zgodnie z nomenklaturą, na jaką zdecydowaliśmy się w niniejszym omówieniu, należy zaklasyfikować jako należące do trzech gatunków australopiteków: *A. robustus*, *A. africanus* i *Australopithecus* (*Homo*) *habilis*. Przedstawiciele tego ostatniego tworzyli populacje, które dały początek populacjom pitekantropa (*Homo erectus*). Badania nad Jeziorem Turkana prowadzone w latach 1974–1975 dostarczyły dodatkowych argumentów na słuszność tej hipotezy, wydobyto bowiem kolejne szczątki datowane na ok. 1,5 mln lat, a wśród nich czaszkę (*KNM ER 3733*) o pojemności przekraczającej 800 cm³.

Wyniki badań nad Jeziorem Turkana pozostają w zgodzie z danymi uzyskanymi w trakcie wykopalisk prowadzonych w południowej Etiopii — w dolinie rzeki Omo. Materiały paleontologiczne z tego rejonu datowane są na ok. 1 - 3 mln lat i zawierają szczątki, które zaklasyfikować można do wszystkich trzech gatunków australopiteków.

Od roku 1973 prowadzone są badania wykopaliskowe w rejonie Hadar. Leży on w kotlinie zwanej Afar w północno-wschodniej Etiopii. Pokłady zawierające szczątki hominidów datowane są tu na ok. 3 mln lat, a najstarsze osiągają nawet 4 mln lat. Znaleziska australopiteków z Hadar zaliczane są do wszystkich trzech gatunków. Na uwagę zasługuje szkielet (ok. 40% kości jednego osobnika, jak się przypuszcza — płci żeńskiej, nazwanego w związku z tym „Lucy") liczący ok. 4 mln lat i wydobyty z najgłębszych warstw badanego pokładu. Szkielet ten wyróżnia się niewielkimi rozmiarami (wysokość ciała szacuje się na ok. 1 m) i pewnym prymitywizmem budowy miednicy i żuchwy. Istnieje koncepcja, że należał on do reprezentanta (lub reprezentantki) populacji wspólnych jeszcze być może w tym czasie przodków form *A. africanus* i *A. habilis*.

Znaleziska szczątków australopiteków, należące do najstarszych spośród odkrytych, pochodzą z jeszcze jednego stanowiska we wschodniej Afryce Laetolil w Tanzanii. Są one datowane na ok. 3,5 mln lat.

Australopiteki, jak należy sądzić z różnorodności morfologicznej szczątków, były grupą dość znacznie zróżnicowaną, choć nie znając pełnego zakresu zmienności cech morfologicznych nie możemy wypowiadać się na temat istotności różnic między osobnikami. W każdym razie różnice te pozwoliły wydzielić w omawianej grupie gatunki (a jak chcą niektórzy, nawet rodzaje): *Australopithecus africanus*,

Tabela 1.2.3. Stanowiska ze szczątkami australopiteków i ich przybliżone datowanie

Czas w mln lat	*Australopithecus robustus*	*Australopithecus africanus*	*Australopithecus* (*Homo*) *habilis*
1.0		Taung	Omo
	Kromdraai		Olduvai
	Peninj		Turkana (*KNM-ER 3733*)
			Olduvai
	Olduvai (*Zinjanthropus*)	Olduvai	Omo
2.0	Omo	Omo	
			Turkana (*KNM-ER 1470*)
		Turkana	
	Swartkrans	Omo	
3.0	Hadar	Sterkfontein	Hadar
		Makapansgat	
		Hadar („Lucy")	
		Laetolil	

Paranthropus robustus i *Homo habilis*. Cechą różniącą formę *africanus* od formy *robustus* jest głównie wielkość i masywność kośćca, w tym również szczęk i zębów oraz struktur kostnych związanych z umięśnieniem żwaczowym. Forma *habilis* przypomina formę *africanus* różniąc się od niej większą puszką mózgową (i jak należy sądzić mózgiem).

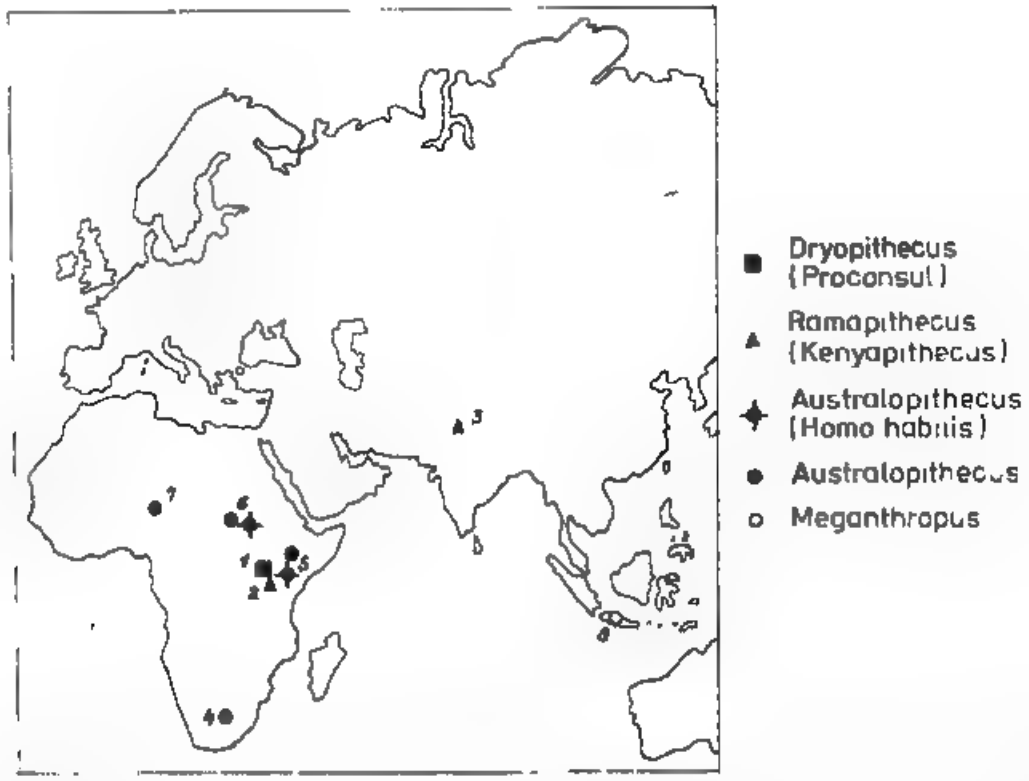
Uzębienie australopiteków różni się zasadniczo w wielu cechach od uzębienia małp. Łuk zębowy jest paraboliczny, pozbawiony przerwy (diastemy) mieszczącej u małp wystające ponad inne zęby kły. Kieł u australopiteków jest zredukowany i kontaktuje się z zębami sąsiedniego łuku w taki sam sposób jak u człowieka. Pierwszy przedtrzonowiec jest dwuguzkowy, a układ guzków na trzonowcach jest typu ludzkiego. Zęby australopiteków są większe niż u *Homo sapiens*, jednak wielkość zębów jest cechą, która stosunkowo długo wykazywała bardzo powolne zmiany ewolucyjne, trwające jeszcze wtedy, gdy ukształtował się gatunek *Homo sapiens*.

Charakterystyczne dla australopiteków są „małpie" proporcje między kośćmi twarzy i puszką mózgową, należy jednak zwrócić uwagę, że zróżnicowanie rodzaju *Australopithecus* jest w tej cesze wyjątkowo duże. Jak już wspominaliśmy, *A. robustus* posiada najsilniej rozbudowaną część twarzową z masywną żuchwą i dużymi zębami. Z dużymi rozmiarami narządu żucia u tego gatunku związane są silnie rozbudowane kostne przyczepy mięśni obsługujących żuchwę — grzebienie powiększające pola przyczepów mięśnia skroniowego. Rozmiary części twarzowej względem mózgowej najbliższe są proporcji ludzkich u gatunku *Australopithecus* (*Homo*) *habilis*. Wiąże się to z najsilniej u tego gatunku rozwiniętym mózgowiem. Pojemność puszki mózgowej australopiteków, jeśli pominąć przedstawicieli formy *habilis*, waha się od 430 do 530 cm^3. Są to liczby porównywalne z zasięgiem zmienności współczesnego goryla, który jednakże jest zwierzęciem znacznie większym od australopiteków. Małpą odpowiadającą im mniej więcej rozmiarami jest szympans, którego mózg jest wyraźnie mniejszy (średnio ok. 390 cm^3). Pojemność puszki mózgowej *Australopithecus* (*Homo*) *habilis*, zmierzona na trzech czaszkach (jeden osobnik młodociany z Olduvai Gorge — ok. 680 cm^3, czaszki *KNM ER 1470* i *KNM-ER 3733* ze stanowiska nad Jeziorem Turkana — obie po ok. 800 cm^3) jest zdecydowanie większa i osiąga wartości wkraczające w zakres zmienności *Homo erectus*.

Na szczególną uwagę zasługuje budowa miednicy i całej kończyny dolnej australopiteków. Świadczy ona o niewątpliwie dwunożnej lokomocji tych istot, choć niektóre szczegóły budowy stawu biodrowego, stawu kolanowego i śródstopia wskazują, że mechanika dwunożnego chodu nie była u nich jeszcze tak doskonała, jak u późniejszych, środkowoplejstoceńskich form, natomiast konstrukcja miednicy całkowicie odpowiadała pionowej postawie ciała.

Niewiele stosunkowo wiadomo o anatomii kończyny górnej australopiteka. Nieliczne znaleziska pozwalają jednak sądzić, że była ona przystosowana wyłącznie do funkcji manipulacyjnych, a ręka z kciukiem w pełni przeciwstawialnym innym palcom spełniała warunki wykorzystywania jej do tzw. precyzyjnej manipulacji.

Przegląd znalezisk szczątków kostnych australopiteków wymaga uzupełnienia opisem znalezisk towarzyszących tym szczątkom. Przede wszystkim należy stwier-



Ryc. 1.2.7. Rozmieszczenie geograficzne stanowisk, na których znaleziono szczątki plioceńskich i wczesnoplejstoceńskich człowiekowatych oraz mioceńskich istot przedludzkich

1 — Rusinga, *2* — Fort Ternan, *3* — Siwalik, *4* — Afryka Południowa (Makapunsgat, Taung, Kromdraai, Swartkrans), *5* — Afryka Wschodnia (Olduvai, Turkana? Omo, Laetoli), Peninj), *6* — Hadar, *7* — Koro Toro, *8* — Sangiran (*Meganthropus palaeojavanicus*)

dzić, że na wielu stanowiskach wydobyto, poza sfosylizowanymi kośćmi australopiteków, także ich narzędzia kamienne (Swartkrans Sterkfontein Olduvai, Omo, Turkana).

Problem produkcji i używania narzędzi przez australopiteki przez długi czas budził wiele kontrowersji. Należy pamiętać, że właśnie używanie narzędzi (jako wskaźnik istnienia kultury) uznano za kryterium człowieczeństwa (przynależności do rodziny człowiekowatych), tak zatem długo, aż nie przekonano się bezspornie, że australopiteki dysponowały kulturą, przejawiającą się produkcją narzędzi, istoty te wydzielano jako odrębną podrodzinę — *Australopithecinae* lub nawet rodzinę — *Australopithecidae* i nazywano „dwunożnymi małpami stepowymi". Dyskusja na temat możliwości zachowań narzędziowych istot z dolnego plejstocenu dotyczyła dwu zagadnień:

1) czy wielkość i struktura mózgu australopiteków, a także budowa ich ręki pozwalały na wykonywanie tak skomplikowanych czynności?

2) czy przedmioty towarzyszące szczątkom można rzeczywiście uznać za narzędzia, a gdy ich funkcja i sposób powstania nie budzą wątpliwości — czy są one chronologicznie współczesne kościom australopiteków?

Uznano już dziś, w znacznej mierze dzięki wynikom badań etologicznych nad zachowaniami naczelnych, że możliwości intelektualne australopiteka pozwalały na wytwarzanie i używanie narzędzi, a jego ręka zdolna była czynności te wykonywać. Co do drugiego zagadnienia — obecności w materiałach z dolnego plejsto-

conu przedmiotów, które uznać można za narzędzia — również znikły dziś wątpliwości. Przez długi czas jednak (od odkrycia pierwszych szczątków do lat sześćdziesiątych), na skutek niezbyt dokładnego datowania znalezisk z południowej Afryki, kamienne narzędzia uważano za wytwory znacznie młodsze, zastanawiano się równocześnie czy fragmenty kości zwierzęcych znajdowane wraz ze szczątkami australopiteków i sugerujące celową ich obróbkę można uznać za narzędzia. R. Dart sądził, że wspomniane fragmenty kości, zębów i rogów zwierząt, noszące — jak uważał — ślady celowej obróbki, są prymitywnymi narzędziami i uznał, że australopiteki tworzyły kulturę (nazwał ją kulturą kości, zębów i rogu) osteodontokeratyczną. Z twierdzeniem tym współcześni Dartowi antropologowie na ogół nie zgadzali się. Znaleziska z Olduvai Gorge, a następnie z okolic Jeziora Turkana, z doliny rzeki Omo i z rejonu Hadar dowiodły, że australopitek produkował narzędzia kamienne. Wytwarzał je w prymitywny sposób z niedużych otoczaków kamiennych, które oblupywane na jednym z końców tworzyły rodzaj ostrza (tzw. narzędzia otoczakowe lub narzędzia kultury olduvaiskiej). Niezależnie od tego czy zgromadzone przedmioty postulowanej przez Darta kultury osteodontokeratycznej są faktycznie narzędziami, czy też fragmentami kostnymi przypadkowo ukształtowanymi w taki sposób, że przypominają obrobione narzędzia, jest oczywiste, że produkcję narzędzi kamiennych musiało poprzedzić, a także jej towarzyszyć, wytwarzanie narzędzi z materiałów łatwiej niż kamień poddających się obróbce (a tym samym mniej trwałych) — drewna, kości czy rogu.

Środowiskiem geograficznym australopiteków była bezdrzewna lub słabo zadrzewiona sawanna stwarzająca wiele zagrożeń ze strony dużych drapieżników, ale równocześnie obfitująca w zwierzynę łowną (antylopy, zebry, żyrafy itp.). Dane morfologiczno funkcjonalne oraz analiza „obozowisk" australopiteka (na niektórych stanowiskach np. w Olduvai, gdzie pył wulkaniczny pokrył miejsca, w których pozostały ślady działalności australopiteka można obserwować ślady działalności tych istot) wskazują bezspornie, że ważną rolę w jego diecie odgrywało mięso dużych kręgowców. Drapieżny czy raczej łowiecki tryb życia był jednym z ważnych elementów rozwoju kultury w populacjach dolnoplejstoceńskich istot człowiekowatych.

Pojawienie się rodzaju *Homo*, etap pitekantropa

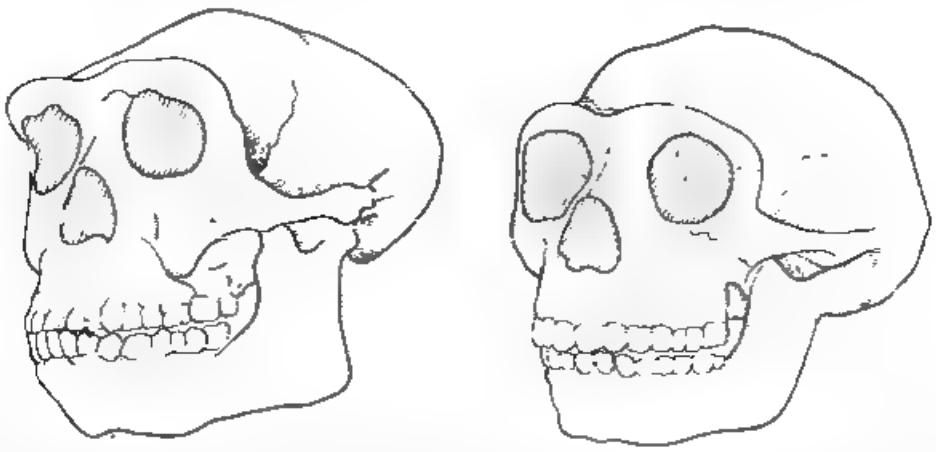
Człowiekowate środkowego plejstocenu w stosunku do swych wczesnoplejstoceńskich przodków wykazują znaczne zwiększenie zasiedlanych obszarów. Stanowiska zawierające ich szczątki znajdują się zarówno w Afryce, jak w Europie i Azji. Środkowoplejstoceńskie istoty człowiekowate zalicza się obecnie do jednego rodzaju i gatunku. Gatunek ten tradycyjnie zwany pitekantropem w systematyce nosi nazwę *Homo erectus*. Pierwszy przedstawiciel tego gatunku odkryty został w roku 1891 na Jawie przez E. Dubois i zgodnie z koncepcją filogenetyczną Ernsta

Haeckela nazwany został przez odkrywcę *Pithecanthropus erectus*, co miało oznaczać istotę stojącą na pograniczu między małpami i człowiekiem (krótko mówiąc — małpoluda). Wiele znalezisk szczątków *H. erectus* uzyskiwało później indywidualne nazwy rodzajowe; wszystkie one jednak obecnie zaliczane są do tego samego gatunku.

Datowanie szczątków *Homo erectus* rozciąga się w czasie od 1 mln do 350 tys. lat. Do najstarszych należą znaleziska ze wschodniej Afryki i niektóre znaleziska z Jawy, młodsze są materiały z Czu-ku-tien koło Pekinu w Chinach. Jeszcze młodsze, datowane na około 300 tys. lat, są niektóre stanowiska europejskie, na których jednak znaleziono jedynie narzędzia pitekantropa i ślady jego działalności, nie znaleziono natomiast kości.

W Afryce szczątki *Homo erectus* znaleziono w różnych punktach kontynentu. Najbardziej interesujące są te stanowiska, na których znajdowano także szczątki australopiteków, bowiem wykazują one ciągłość zasiedlenia przez populacje człowiekowatych. Do takich właśnie stanowisk należy Olduvai Gorge i Turkana we wschodniej Afryce, a także Swartkrans w Afryce Południowej. W Olduvai, w górnych warstwach poziomu II datowanych na około milion lat, tego samego poziomu, w którego dolnych warstwach występowały kości australopiteka, znaleziono sklepienie czaszki *Homo erectus*, a w niewielkiej odległości od niego kamienne narzędzia i kości ssaków. Na tym samym stanowisku w warstwach poziomu IV (około 700 tys. lat) znajdowały się szczątki innego osobnika - trzon kości udowej, kość miedniczna — którym również towarzyszyły narzędzia. Na stanowisku nad jeziorem Turkana odkryta została prawie kompletna czaszka datowana na ponad milion lat, którą uznano za pozostałość przedstawiciela gatunku *Homo erectus*. Znaleziska ze Swartkrans, znane w literaturze pod nazwą *Telanthropus*, reprezentowane są przez kilka fragmentów kości, w tym dwu żuchw i szczęki. Fragmenty te wykazują podobieństwo do późnych form z Europy i Azji i zapewne są im współczesne.

Rejonem Afryki, w którym również znaleziono szczątki *Homo erectus*, na którym jednak nie stwierdzono dotychczas śladów australopiteka, jest północny skraj tego kontynentu. Stanowiska północnoafrykańskie to Sidi Abd er-Rahman w Maroku



Ryc. 1.2.8. Czaszki *Homo erectus* z Jawy: forma reprezentowana przez szczątki z poziomu Djetis (z lewej) i z poziomu Trinil (z prawej)

i Ternifine koło Oranu w Algierii. Ze stanowisk tych pochodzą fragmenty żuchw i szczęk, zęby oraz fragmenty sklepienia czaszki.

Azjatyckie znaleziska *Homo erectus* pochodzą z dwu rejonów — Jawy i Chin. Na Jawie szczątki hominidów wydobywano z dwu poziomów geologicznych: Djetis i Trinil. Pierwszy z tych poziomów datowany jest na wiek ponad milion lat, drugi jest młodszy i osiąga 700 tys. lat. Szczątkom z poziomu Djetis (stanowiska Sangiran i Modjokerto), wśród których są fragmenty sklepienia czaszki, szczęki i żuchw oraz sklepienie czaszki dziecka, przypisuje się wiek około 1 miliona lat. Z dolnych warstw złoża Djetis pochodzi znaleziony w Sangiran fragment żuchwy z zębami. Ze względu na morfologię oraz datowanie (około 2 mln lat) szczęki te uważa się za pozostałość istoty pochodzącej z populacji poprzedzającej *Homo erectus* na terenie Jawy. Istotę tę nazwano *Meganthropus paleojavanicus*; być może jest ona reprezentantem australopiteków na terenie Azji.

Większość znalezisk pitekantropa z Jawy pochodzi z młodszego poziomu — Trinil. Znaleziska te wydobyto na stanowiskach: Trinil, Sangiran i Modjokerto. Znajdują się wśród nich liczne fragmenty czaszek oraz kilka kości udowych (wśród nich szczątki znalezione przez Dubois).

Bogatym w materiały środkowoplejstoceńskie stanowiskiem z terenu Azji jest Czu-ku-tien koło Pekinu w Chinach. Wydobyto na nim fragmenty czaszek około 40 osobników. Oryginalne materiały zaginęły w czasie ostatniej wojny, zachowała się jedynie dokumentacja wykopalisk. Znaczenie stanowiska w Czu-ku-tien polega jednak nie tylko na liczbie kości. Odkryto tu ponadto ślady obozowiska, w obrębie którego znajdowały się liczne narzędzia, kości zwierząt stanowiących pożywienie oraz ślady ognisk. Wiek opisywanych znalezisk wynosi około 360 tys. lat. Morfologicznie nawiązują one do znalezisk z warstwy Trinil na Jawie, choć wykazują również pewne cechy progresywne — nieco silniej wysklepioną czaszkę i większą objętość puszki mózgowej. Szczątki z Czu ku tien znane w literaturze jako szczątki człowieka chińskiego — sinantropa (*Sinanthropus pekinensis*) zaliczane są obecnie, podobnie jak i inne znaleziska pitekantropa, do gatunku *Homo erectus*.

Ze środkowych Chin znane jest jeszcze jedno stanowisko, na którym natrafiono na kości pitekantropa: Lantian, gdzie wydobyto fragment części twarzowej czaszki z zębami, sklepienie oraz w pewnej odległości od tych kości (około 20 km) żuchwę. Materiał z Lantian jest znacznie starszy od materiałów z Czu ku-tien i nawiązuje do znalezisk z Jawy z poziomu Djetis.

Obecność *Homo erectus* w Europie udokumentowana jest znaleziskami kostnymi z trzech stanowisk. Pierwsze z nich znajduje się w Mauer koło Heidelbergu (RFN). Jest to pojedyncza, bardzo dobrze zachowana żuchwa. Przypomina ona żuchwy pitekantropa z Czu ku tien i najprawdopodobniej jest do nich zbliżona wiekiem. Drugie z europejskich stanowisk to Vertesszöllös na Węgrzech, gdzie znaleziono kość potyliczną. Znalezisko to wydaje się być starsze od żuchwy z Mauer, choć datowanie jego nie jest zbyt pewne. Ostatnim wreszcie stanowiskiem z terenu Europy, na którym występowały kości *Homo erectus* jest Petralona w Grecji. Czaszka z Petralony jest kompletna i wyjątkowo dobrze zachowana, jednak jej datowanie stwarza kłopoty. Początkowo sądzono, że należała ona do człowieka neandertalskie-

Tabela 1.2.4. Zestawienie stanowisk, na których odkryto szczątki *Homo erectus*, z uwzględnieniem przybliżonej chronologii znalezisk

Czas (tys. lat)	Afryka	Azja	Europa
300			
	Sidi Abd er-Rahman	Czu-ku-tien	Petralona Mauer
400	Ternifine Swartkrans		Vertesszöllös
500		Trinil	
600		Sangiran (T) Modjokerto (T)	
700	Olduvai (poz. IV)		
800		Lantian	
900		Sangiran (D)	
1000	Olduvai (poz. II)	Modjokerto (D)	
	Turkana		

Przy stanowiskach azjatyckich (T) oznacza poziom Trinil, (D) — poziom Djetis

go, obecnie jednak na podstawie składu fauny towarzyszącej znalezisku uważa się, że mogła ona należeć do osobnika mniej więcej współczesnego osobnikowi z Mauer, a zatem do przedstawiciela *Homo erectus*.

Zmiany morfologii kośćca, jakie zaobserwować można u środkowoplejstoceńskich hominidów, w stosunku do ich wczesnoplejstoceńskich przodków, dotyczą przede wszystkim czaszki, w znacznie mniejszym stopniu natomiast szkieletu postkranialnego. Jest rzeczą zupełnie oczywistą, że różnice te są najlepiej widoczne gdy porównuje się przeciętnego australopiteka z przeciętnym przedstawicielem *Homo erectus*, to znaczy formy wykazujące najbardziej charakterystyczne cechy w swojej grupie. Różnice te są znacznie mniejsze w przypadku porównań dokonywanych pomiędzy zaawansowanymi formami dolnoplejstoceńskimi, takimi jak *Australopithecus* (*Homo*) *habilis*, ze szczątkami *Homo erectus* datowanymi na dolny środkowy plejstocen — np. *Homo erectus* ze stanowiska nad Jeziorem Turkana.

W stosunku do australopiteka, *Homo erectus* wykazuje przede wszystkim znaczne powiększenie puszki mózgowej, choć zmienność tej cechy jest u niego znaczna: od około 800 cm³ (czaszki z Jawy) do około 1200 cm³ (Czu-ku-tien). Mimo znacznej objętości puszka mózgowa pitekantropa wykazuje wiele cech prymitywnych. Wały nadoczodołowe są silnie rozwinięte, łuska kości czołowej silnie pochylona do tyłu, łuska kości potylicznej jest kątowato załamana. Kości sklepienia są grube, z silną rzeźbą przyczepów mięśniowych. Twarz pitekantropa jest masywna, choć nie w tym stopniu co u australopiteka. Kości nosowe są spłaszczone, łuki zębodołowe wykazują silny prognatyzm, a żuchwa jest masywna i pozbawiona bródki, posiada natomiast szeroką gałąź. Zęby *Homo erectus* nie różnią się zasadniczo formą od zębów *Homo sapiens*, choć czasem kieł jest nieco większy w stosunku do innych zębów. Są one

jednak większe, a na granicy korony i korzenia występuje często zgrubienie szkliwa. Kości szkieletu pozaczaszkowego (znane są kości udowe i kość miedniczna) świadczą o powiększeniu się rozmiarów ciała.

Ciekawych informacji o warunkach życia *H. erectus* dostarczają odkrycia obozowisk użytkowanych sezonowo, bądź długotrwale przez te istoty. Do stanowisk z tego typu śladami zaliczyć można, poza wspomnianym już Czu-ku-tien, Torralbę i Ambronę w Hiszpanii. Pitekantrop zamieszkiwał tereny stepowo-leśne bogate w zwierzynę łowną. Był on niewątpliwie łowcą, a mięso dużych ssaków odgrywało istotną rolę w jego pożywieniu. Łowiecki tryb życia wymagał używania, a tym samym produkcji odpowiednich narzędzi zarówno do zabijania zdobyczy i obróbki uzyskiwanych przy tym surowców, tj. — poza mięsem — skóry, ścięgien, kości, rogów, jak i przygotowywania nowych narzędzi. Wśród kamiennych narzędzi produkowanych przez pitekantropa wyróżnić można już wiele form. Najczęściej są to duże, tzw. rdzeniowe narzędzia o wydłużonym kształcie, ostrym końcu i zaostrzonych dwu krawędziach, noszące nazwę tłuków pięściowych. Określenie „rdzeniowe" oznacza, że technika obróbki polegała na odłupywaniu z bryły kamiennej płytek w taki sposób, że uzyskiwała ona pożądany kształt (narzędziem stawał się rdzeń bryły). Poza narzędziami rdzeniowymi wśród narzędzi pitekantropa spotkać można także inne, wyrabiane z odłupków, tj. płytek odbitych od rdzenia i następnie odpowiednio wymodelowanych. Istotnym elementem kultury *Homo erectus* było wykorzystanie ognia. Służył on zapewne do ogrzewania (zwiększało to zasięg geograficzny gatunku), do celów obronnych przed drapieżnikami, a także do celów kulinarnych (dzięki cieplnej obróbce żywności wzrastała wykorzystywalność różnych typów pokarmów).

Pojawienie się gatunku *Homo sapiens* — etap człowieka neandertalskiego

Znaleziska środkowoplejstoceńskich form hominidów, przedstawicieli gatunku *Homo erectus*, są na terenie Europy, jak powiedzieliśmy wyżej, nieliczne, natomiast w późnym plejstocenie (od około 100 tys. lat temu) Europa staje się, obok Bliskiego Wschodu, najbardziej interesującym terenem badań. Liczne są w tym czasie na terenie Europy populacje zróżnicowanego morfologicznie gatunku, wywodzącego się niewątpliwie od form *Homo erectus* i określanego jako *Homo sapiens*. Jest to zatem gatunek, którego reprezentantami jesteśmy również my sami, jednak w czasach, o których mowa różnił się on dość znacznie od jego dzisiejszych przedstawicieli. W systematyce otrzymał on odrębne nazwy podgatunkowe: *Homo sapiens neanderthalensis* dla form występujących do około 40 tys. lat temu oraz *Homo sapiens sapiens* dla form późniejszych. Do niedawna zresztą człowieka neandertalskiego — tak przyjęto nazywać przedstawicieli naszego rodzaju na omawianym etapie rozwoju filogenetycznego — klasyfikowano jako odrębny gatunek *Homo*

neanderthalensis, obecnie uznano, że nie ma wystarczających powodów dla takiego postępowania. Nazwa „człowiek neandertalski" pochodzi od miejsca znalezienia czaszki pierwszego ze zbadanych przedstawicieli tego podgatunku: Neanderthal koło Düsseldorfu (RFN), co miało miejsce w 1856 r.

Zanim rozpoczniemy omówienie znalezisk typowych przedstawicieli człowieka neandertalskiego musimy powrócić do czasów, kiedy kształtowały się populacje gatunku *Homo sapiens*, a działo się to około 300 tys. lat temu. Znaleziska datowane na ten okres są nieliczne i z pewnych względów kontrowersyjne, o czym będzie mowa dalej. Należy wyjaśnić w tym miejscu, że od środkowego plejstocenu północna półkula naszej planety podlegała wahaniom klimatycznym powodującym powstawanie kolejnych zlodowaceń oddzielanych okresami cieplejszymi międzyzlodowaceniami (można również używać określeń glacjały i interglacjały). Zlodowacenia na terenie Europy otrzymały nazwy: Günz, Mindel, Riss i Würm, a interglacjały określa się ich kolejnością bądź nazwami rozdzielanych przez nie glacjałów (np. interglacjał I lub Günz-Mindel). Typowe formy człowieka neandertalskiego występują w ostatnim glacjale, do około 35 tys. lat temu. Najwcześniejsze znaleziska istot, które mogłyby stanowić pomost między *Homo erectus* i typowym *Homo sapiens neanderthalensis* datowane są na drugi interglacjał, tj. na ponad 200 tys. lat temu. Znaleziska te pochodzą z trzech stanowisk europejskich: Swanscombe (Anglia), Steinheim (RFN) i Arago (Francja).

Znaleziska ze Swanscombe to kości czaszki jednego osobnika: potyliczna i dwie ciemieniowe. Szczątkom kostnym towarzyszyło wiele narzędzi kamiennych. Wydobyte kości są masywne i grube, jednak zrekonstruowana pojemność puszki mózgowej osobnika, do którego należały jest znaczna, wynosi bowiem około 1300 cm^3.

W Steinheim znaleziona została czaszka bez żuchwy. Jej pojemność była stosunkowo niewielka, mieszcząca się w zakresie zmienności *H. erectus* (około 1100 cm^3), różniła się jednak od czaszek pitekantropa ukształtowaniem puszki mózgowej, która jest lepiej wysklepiona, o bardziej zaokrąglonej potylicy i słabiej pochylonym czole, choć wały nadoczodołowe były stosunkowo silnie rozbudowane.

Materiał z jaskini Arago w Pirenejach (Francja) składa się z żuchwy, fragmentu innej żuchwy, fragmentów kości ciemieniowych, przedniej części czaszki z twarzą oraz licznych zębów i członków palców. Kości z Arago wykazują wiele cech prymitywnych: żuchwa jest masywna, wały nadoczodołowe duże, czoło znacznie pochylone.

Z trzeciego interglacjału (Riss-Würm), a więc sprzed około 150 tys. lat pochodzą znaleziska z kilku stanowisk europejskich: Krapiny w Chorwacji (Jugosławia), Ehringsdorfu koło Weimaru (NRD), Fontechevade koło Angoulemo (Francja) i Sacco Pastore koło Rzymu (Włochy).

Szczątki z Krapiny choć bardzo liczne, ze względu na silne rozdrobnienie trudne są do analizy morfologicznej. Wydają się one reprezentować cechy pośrednie między *Homo erectus* i formami ze zlodowacenia Würm.

W Ehringsdorfie znaleziono fragment żuchwy, kości dziecięce, fragmenty sklepienia czaszki oraz dosyć kompletną, choć we fragmentach, puszkę mózgową. Ta ostatnia zwraca uwagę dużą objętością (1450 cm^3), którą zawdzięcza wysokiemu

sklepieniu i słabemu pochyleniu czoła. Równocześnie jednak wały nadoczodołowe na tej czaszce są silnie rozwinięte.

Z Fontechevade pochodzą fragmenty sklepień dwu czaszek, w tym jedno z kością czołową. Czaszka, z której zachowała się kość czołowa wykazuje słaby rozwój wałów nadoczodołowych, a zrekonstruowana jej objętość wynosi 1400 cm³.

Ze stanowiska Sacco Pastore pochodzą dwie dobrze zachowane czaszki, z których jedną uważa się za żeńską, drugą za męską. Czaszka żeńska charakteryzuje się delikatniejszą budową i pojemnością około 1200 cm³, męska jest masywna z dużymi wałami nadoczodołowymi i pojemnością około 1300 cm³.

Wymienione wyżej szczątki z drugiego i trzeciego interglacjału wykazują znaczne zróżnicowanie. Niektóre nawiązują do starszych znalezisk — pitekantropa, w innych dopatrzeć się można cech pojawiających się jako charakterystyczne u form znacznie późniejszych - u człowieka współczesnego. Do pierwszych zaliczyć można szczątki z Arago czy Steinheim, do drugich — ze Swanscombe, Fontechevade czy Ehringsdorfu. Ze względu na występowanie pewnych progresywnych cech u tych tzw. form „przedneandertalskich", istniały koncepcje, według których formy te były bezpośrednimi przodkami pojawiającego się znacznie później podgatunku *Homo sapiens sapiens*; typowi (klasyczni) neandertalczycy ze zlodowacenia Würm byliby odrębną bezpotomnie wymarłą gałęzią drzewa rodowego człowieka, a do ich przodków zaliczyć by należało prymitywniejsze warianty form z drugiego i trzeciego interglacjału. Wydaje się, że koncepcje te nie mają wystarczająco silnego uzasadnienia. Należy zatem przyjąć koncepcję, zgodnie z którą szczątki z przedziału czasowego 300 100 tys. lat należały do populacji jednego gatunku i to gatunku, z którego bezpośrednio wyłoniły się późnoplejstoceńskie populacje „neandertalskie". Nie ma potrzeby tworzenia dla tych grup odrębnej jednostki systematycznej, zaliczyć je więc należy do gatunku *Homo sapiens* i podgatunku *Homo sapiens neanderthalensis*.

Znaleziska późnoplejstoceńskie, których datowanie zawiera się w czasie 100 - 35 tys. lat temu, w odniesieniu do terenu Europy określa się często jako szczątki

Ryc. 1.2.9. Czaszki *Homo sapiens neanderthalensis*: z drugiego interglacjału ze stanowiska Steinheim (z lewej) i z ostatniego zlodowacenia ze stanowiska La Chapelle aux-Saints (z prawej)

„klasycznego" człowieka neandertalskiego. Są one liczne i wykazują wiele cech wspólnych, wobec czego charakterystykę ich można podać łącznie. Najważniejsze stanowiska, z których materiały dobrze charakteryzują typowych europejskich przedstawicieli *Homo sapiens neanderthalensis* to wymieniony już Neanderthal oraz Forbes Querry (Gibraltar), Spy (Belgia), Le Moustier, La Ferrassie i La Chapelle-aux-Saints (Francja), Monte Circeo (Włochy).

Człowiek neandertalski z czasów ostatniego zlodowacenia charakteryzował się niskim wzrostem (1,5 m), był silnie zbudowany, miał dużą choć specyficznie ukształtowaną czaszkę. Pojemność puszki mózgowej nie różniła się u niego zasadniczo od tej, jaka charakteryzuje współczesnego człowieka (zmierzona na 6 męskich czaszkach wynosiła około 1550 cm^3, na trzech żeńskich około 1350 cm^3). Odmienność czaszki klasycznego neandertalczyka od naszej polegała na tym, że była ona niższa, wydłużona, z silnie uwypukloną potylicą, a nadoczodołowy brzeg kości czołowej formował masywny wał. Odmienny był również zarys trzonu żuchwy — nie posiadał on charakterystycznego dla *H. sapiens sapiens* uwypuklenia - bródki. Kości szkieletu pozaczaszkowego człowieka neandertalskiego poza tym, że były przeciętnie bardziej masywne nie różniły się od kości współczesnych. Spotykane do dzisiaj w podręcznikach i wydawnictwach popularnych opisy i rysunki przedstawiające człowieka neandertalskiego jako istotę poruszającą się na ugiętych w stawach kolanowych nogach, jak wykazano już dość dawno, nie mają nic wspólnego z rzeczywistością. To błędne przeświadczenie powstało na skutek wadliwej interpretacji kości osobnika z La Chapelle aux-Saints, których zniekształcenia były wynikiem procesów chorobowych.

Wyposażenie kulturowe człowieka neandertalskiego było znacznie bogatsze niż poprzedzającego go pitekantropa. Dla wytworów *H. sapiens neanderthalensis* przyjęto w archeologii nazwę przemysłu mustierskiego (czasem również kultury mustierskiej) — od stanowiska Le Moustier. Na podstawie znalezisk kultury materialnej można sądzić, że człowiek neandertalski był łowcą, a szczątki zwierząt towarzyszące innym znaleziskom mówią, że przedmiotem łowów bywały również wielkie zwierzęta, jak np. mamut, nosorożec czy niedźwiedź jaskiniowy, przedstawiciele lodowcowej fauny europejskiej z ostatniego zlodowacenia.

Interesującym problemem są możliwości komunikacyjne człowieka neandertalskiego, a w szczególności zagadnienie mowy. Badania anatomiczno-porównawcze kostnego otoczenia krtani doprowadziły niektórych badaczy do wniosku, że człowiek ten nie potrafił posługiwać się mową. Nie wydaje się jednak by tego rodzaju badania mogły ostatecznie rozstrzygnąć tę kwestię. Pewne jest natomiast, że kultura człowieka neandertalskiego była na tyle wysoko rozwinięta, że można mówić o istnieniu w populacjach tych ludzi pewnych form wierzeń związanych z interpretacją otaczającej je rzeczywistości. Dowodem na to są ślady zabiegów kultowych: kultu niedźwiedzia jaskiniowego - symboliczne pochówki głów niedźwiedzich w Drachenloch w Szwajcarii, obrzędowe pochówki zmarłych — groby z La Ferrassie, La Chapelle aux Saints czy z nie wymienianego jeszcze azjatyckiego stanowiska Teszik Tasz w Uzbeckiej SSR.

W czasie gdy Europę zamieszkiwały populacje klasycznych przedstawicieli

Ryc. 1 2.10. Rozmieszczenie geograficzne stanowisk ze szczątkami *Homo erectus* (kółka) i *Homo sapiens neanderthalensis* (trójkąty)

1 — Jawa, *2* — Czu-ku-tien, *3* — Lantian, *4* — Mauer, *5* — Vertesszöllös, *6* — Petralona, *7* — Ternifine, *8* — Sidi Abd er-Rahman, *9* — Swartkrans, *10* — Olduvai, *11* — Turkana, *12* — Swanscombe, *13* — Steinheim, Neanderthal, *14* — Francja (Arago, Fontechevade Le Moustier, La Chapelle-aux-Saints i in.), *15* — Krapina, *16* — Gibraltar, *17* — Saccopastore, *18* — Teszik-Tasz, *19* — Palestyna (Skhul, Tabun, Amud i in.), *20* — Shanidar, *21* — Broken Hill, *22* — Afryka Południowa (Saldanha, Florisbad), *23* — Ngandong, *24* — Niah, *25* — Mapa

Homo sapiens neanderthalensis, na Bliskim Wschodzie żyły populacje o podobnym poziomie rozwoju kulturowego, jednak o nieco odmiennej morfologii. Populacje te często określa się nazwą „postępowych" ze względu na większe podobieństwo morfologiczne ich przedstawicieli do dzisiejszego człowieka niż podobieństwo klasycznego neandertalczyka do nas.

Stanowiska, z których pochodzą szczątki przedstawicieli bliskowschodnich populacji człowieka neandertalskiego, znajdują się na terenie Izraela i Iraku. Do grupy tzw. „palestyńskich" należą znaleziska z jaskiń: Zuttiya i Amud (koło jeziora Genezaret), Djebol Qafzeh (koło Nazaretu) oraz Tabun i Skhul na górze Carmel. Znaleziska z Iraku pochodzą z jaskini Shanidar (góry Zagros). Na uwagę zasługują przede wszystkim szczątki z góry Carmel oraz z Iraku. Datowanie znalezisk z Tabun i Skhul wskazuje, że grupa, do której należeli osobnicy z Tabun żyła wcześniej (około 40 tys. lat temu) niż populacja reprezentowana przez szkielety z jaskini z Skhul. Między szkieletami z obu tych jaskiń występują również pewne różnice morfologiczne: szczątki z Tabun zbliżone są do klasycznych znalezisk z Europy, ze Skhul — wykazują pewne cechy zbliżone do *H. sapiens sapiens* — wysokie sklepienie, zaokrągloną potylicę, stosunkowo proste czoło oraz zaznaczoną na żuchwie bródkę.

Szkielety z jaskini Shanidar datowane są na około 45 tys. lat. Rozgłos jaki zdo-

były, szczątki te zawdzięczają kilku okolicznościom. Jedna z czaszek znalezionych w tej jaskini, należąca do mężczyzny, wyróżnia się pojemnością niespotykaną w materiałach plejstoceńskich – ponad 1700 cm³. Jeden z osobników, którego kości zachowały się stosunkowo dobrze, jak wykazały badania mógł być ofiarą zabójstwa, bowiem w jego żebrach tkwiło kamienne ostrze. Kości innego osobnika noszą ślady zabiegów chirurgicznych. Grób jednego z osobników wreszcie sugeruje stosowanie obrządku pogrzebowego — przypuszcza się, że był on udekorowany kwiatami, których ślady stwierdzono analizą palcobotaniczną.

Podsumowując charakterystykę szczątków człowieka neandertalskiego z Bliskiego Wschodu należy stwierdzić, że populacje reprezentowane przez te szczątki wykazują pod względem morfologii wiele cech progresywnych (dotyczy to również znalezisk, które jak powiedzieliśmy – zasadniczo były podobne do europejskich). Pozwala to sądzić, że właśnie ten rejon stanowi centrum, z którego przenikały do Europy i Azji nowe „propozycje" genetyczne zapewniające fenotypom wyższą sprawność, powodując tym samym, drogą doboru naturalnego, eliminację „klasycznych" form neandertalskich.

Dalekowschodnie znaleziska, które można by zaliczyć do interesującego nas przedziału czasu (100 35 tys. lat temu) są nieliczne, a ich datowanie niezupełnie pewne. Należą do nich: sklepienie czaszki z Mapa w Chinach, czaszka z Niah na Borneo oraz interesująca seria szczątków z Ngandong (w pobliżu Trinil nad rzeką Solo na Jawie). Fragmenty czaszek z Ngandong, jakkolwiek wyznaczniki zoologiczne i geologiczne sugerują zaliczenie ich do wspomnianego przedziału chronologicznego, charakteryzują się „archaiczną" budową, tj. przypominają pod wieloma względami czaszki *Homo erectus* (niskie sklepienie, kątowata potylica, silnie pochylone czoło, wał nadoczodołowy). W odróżnieniu od czaszek z Ngandong, czaszka z Niah datowana na ok. 40 tys. lat wykazuje cechy progresywne, tj. przypomina czaszki *Homo sapiens sapiens*.

Z terenu Afryki znane są trzy czaszki, które uważa się za szczątki przedstawicieli *H. sapiens neanderthalensis* z tego kontynentu: z Broken Hill (Rodezja), Saldanha i Florisbad (dwa ostatnie stanowiska leżą w Afryce Południowej). Wszystkie trzy czaszki są do siebie podobne: masywnie zbudowane, z wydatnymi wałami nadoczodołowymi, silnie pochylonym czołem, równocześnie jednak o dość wysokim sklepieniu. Wiek czaszki z Broken Hill oceniono na ok. 100 000 lat, pozostałe dwie mogą być nieco młodsze.

Górny paleolit — człowiek współczesny (*Homo sapiens sapiens*)

Populacje ludzkie, morfologicznie — w swych istotnych cechach — nie różniące się od tych, które zaludniają świat do dzisiaj, zaczęły pojawiać się ok. 40 tys. lat temu, współwystępując jeszcze przez kilka tysięcy lat z populacjami charaktery-

zującymi się „archaicznymi" cechami neandertalskiego typu. Wspomnieliśmy wyżej o prawdopodobnym źródle nowych wariantów informacji genetycznej w puli genów gatunku *Homo sapiens* bliskowschodnich populacjach człowieka neandertalskiego. Jest rzeczą oczywistą, że procesy adaptacyjne kształtowały pulę genów wszystkich populacji ludzkich zamieszkujących wówczas kontynenty Starego Świata, a zatem populacji takich, jak np. mieszkańcy jaskini Skhul nie należy uważać za źródło osobników wędrujących i wypierających „prymitywniejszych" mieszkańców Europy czy nawet ich tępiących, lecz jedynie za źródło informacji genowej. Niezależnie od tego jakimi drogami dokonywały się przemiany fenotypowych cech kośćca, cech, na których bazuje taksonomia człowieka, równolegle dokonywały się przemiany w pulach informacji pozagenowej, tj. w kulturze. Ponieważ w odcinku dziejów człowieka, do którego dotarliśmy w naszym omówieniu, istotną dla klasyfikacji rolę zaczęły odgrywać cechy kultury, uzasadnione staje się również w chronologii tych dziejów posługiwanie się terminologią wziętą z archeologii. Tak więc archeologia, okres od pojawienia się pierwszych kamiennych narzędzi aż do czasu gdy człowiek zaczął produkować żywność przez uprawę roślin (i w związku z tym prowadzić osiadły tryb życia), a także posługiwać się nowymi technologiami obróbki kamienia, co miało miejsce ok. 10 tys. lat temu, tj. z końcem plejstocenu, określa jako paleolit. Paleolit podzielony został na dolny, obejmujący czasy do końca trzeciego zlodowacenia (Riss), środkowy — od trzeciego interglacjału, po koniec pierwszego stadiału zlodowacenia Würm (stadiałami nazywa się fazy zlodowaceń, w których następowały spadki temperatury, rozdzielone okresami względnego ocieplenia — interstadiałami), tj. do ok. 35 000 tys. lat temu, wreszcie paleolit górny trwający przez pozostałą część zlodowacenia Würm aż do początku holocenu (epoki czwartorzędu, w której pozostajemy do dzisiaj). Górny paleolit jest więc okresem, w którym na kuli ziemskiej zapanowały populacje współczesnego człowieka — *Homo sapiens sapiens*.

Nie będziemy tu omawiać licznych znalezisk kostnych człowieka górnego paleolitu gdyż, jak już powiedzieliśmy, proces nabywania cech gatunkowych został już u niego doprowadzony do stanu jaki reprezentuje obecnie (co nie oznacza, że w ciągu ostatnich 30 tysiącleci nie zachodziły przemiany w puli genów gatunku — zmiany te jednak w niewielkim tylko stopniu dotyczyły kośćca). Coraz szybszy przyrost ilościowy i komplikacja informacji pozagenowej zachodzące w górnym paleolicie znajdują wyraz w olbrzymich ilościach materiałów archeologicznych gromadzonych na całym świecie, jednak ich charakterystyki, poza wskazaniem kilku najistotniejszych spraw, nie możemy się podejmować i musimy się tu odwołać do specjalistycznych opracowań archeologicznych. Człowiek w omawianym czasie uzyskiwał żywność drogą łowiectwa i zbieractwa — w zależności od lokalnie panujących warunków udział każdego z tych sposobów był oczywiście różny. Narzędzia produkowane z kamienia (a także z rogu i innych dostępnych wówczas surowców) osiągnęły niespotykaną poprzednio różnorodność form i sprawność użytkową. W stosunku do wielu z nich można określić funkcję, innych można się jedynie domyślać. Służyły one do polowań, połowu ryb, przetwarzania żywności, obróbki skóry, drewna i kości, budowy schronień itp. Stosowano w górnym paleolicie broń miotaną, uży-

wano łuków i strzał. Narzędzia i przedmioty codziennego użytku są często zdobione, wiele przedmiotów ma funkcje wyłącznie informacyjne (nie związane bezpośrednio z produkcją żywności, ochroną życia czy reprodukcją): są to ozdoby, przedmioty kultu, wytwory sztuki, bądź przedmioty związane z wymienionymi dziedzinami, jak np. najstarsze ze znanych instrumentów muzycznych tzw. tarła kościane. Wszystko to dowodzi bogactwa kultury i sprawnych sposobów transmisji informacji. Z problemem międzyosobniczej i międzypopulacyjnej komunikacji wiąże się jeszcze jedno zagadnienie, o którym należy wspomnieć: rozmieszczenie ludności na świecie i szlaki komunikacyjne. Możliwości człowieka górnego paleolitu były pod tym względem zadziwiająco duże. Należy przypuszczać, że w tym właśnie czasie dotarł on do Australii oraz zasiedlił obie Ameryki.

Drogi jakimi człowiek dotarł do Australii w szczegółach nie są znane. Wiadomo, że prowadziły one z południowo-wschodniej Azji przez Jawę i Timor, bądź przez Borneo, Celebes i Moluki. Do niedawna najstarsze szczątki ludzkie z terenu Australii datowane były na ok. 16 tys. lat. Ostatnio jednak na stanowisku w okolicach jeziora Mungo (Nowa Południowa Walia) odkryto szkielet datowany na ok. 30 tys. lat. Zmieniło to znacznie poglądy na obecność populacji *Homo sapiens sapiens* we wschodniej, a w szczególności południowo wschodniej Azji. Skoro bowiem człowiek tego typu pojawił się w Australii 30 tys lat temu, na Jawie lub Borneo musiał przebywać znacznie (jak się oblicza ponad 20 tys. lat) wcześniej. Wspomniana poprzednio czaszka licząca ok. 40 tys. lat znaleziona w Niah na Borneo, zaliczana do szczątków człowieka neandertalskiego wyróżniała się progresywnymi cechami. Być może więc *H. sapiens sapiens* na Dalekim Wschodzie pojawił się wcześniej niż się przypuszcza, a szczątki z Niah są pozostałością populacji ekspandującej w kierunku Australii.

Równie interesujący problem, jak zaludnienie Australii, stanowi pojawienie się człowieka w Ameryce. Jeśli pominąć koncepcje wyjaśniające zasiedlenie Ameryki drogą transoceanicznej migracji z lądowaniem w Ameryce Południowej, brak bowiem na to wystarczających dowodów, pozostaje druga i jak się zdaje faktycznie zrealizowana możliwość: przejście drogą lądową ze wschodniej Syberii do Alaski przez przesmyk istniejący w czasie ostatniego zlodowacenia w miejscu dzisiejszej Cieśniny Beringa. Przesmyk ten pojawiał się i zanikał (na skutek zmian poziomu morza powodowanych narastającymi lodowcami) kilkakrotnie w okresie między 40 000 a 9000 lat temu, kilka razy zatem mogło odbywać się przechodzenie przezeń ludzi. Przypuszcza się, że pierwsze grupy ludzkie dokonały tego ponad 30 000 lat temu, ostatnie nie później niż 15 000 lat temu.

Czynniki hominizacji

Przemiany ewolucyjne zachodzące w pulach informacyjnych populacji (zarówno w puli genów, jak i w zestawach informacji pozagenowej) dokonują się, jak wiadomo, na drodze adaptacyjnego doboru, tj. utrzymywania się w puli tych wariantów

informacji, które w najwyższym stopniu zapewniają spełnianie kryterium adaptacji w danych warunkach środowiska. Przemiany te dotyczą całych kompleksów cech fenotypowych (morfologicznych lub behawioralnych), a każda nowa „propozycja" informacyjna musi dopasować się do zastanego układu zależności, co powoduje pewne zmiany w całej puli informacji. Powyższe stwierdzenia dotyczą zagadnień dobrze znanych i nie wymagających dalszego omawiania, zwróćmy jednak uwagę, że konsekwentne zastosowanie pojęcia „sprzężonych" zmian w toku procesu ewolucyjnego poszerzyło możliwości intrepretacji zjawiska hominizacji*. Szczególnie pożyteczne interpretacyjnie okazuje się pojęcie sprzężenia zwrotnego między elementami ewoluującego układu (za elementy takie można uważać poszczególne właściwości morfologii czy zachowań osobników w populacji, np. typ lokomocji, sposób odżywiania, rozród, czynności centralnego układu nerwowego itp.). „Zwrotność" sprzężeń oznacza, że kierunkowe zmiany jednego elementu stymulują zmiany innego (bądź innych), przy czym pobudzone do zmiany elementy same stają się źródłem stymulacji dla zmian elementu, który był pierwotnym stymulatorem. Sprzężenie zwrotne scharakteryzowane wyżej nazywa się dodatnim; sprzężenie ujemne polega na wzajemnym hamowaniu zmian przez układ elementów.

Wyjaśnianie przebiegu hominizacji przez zastosowanie pojęcia sprzężeń zwrotnych między „czynnikami", jak można również określić zespoły właściwości ewoluujących naczelnych, jest wygodne, wymaga jednak pewnego komentarza. Należy zawsze pamiętać, że „wzajemna stymulucja" między czynnikami (np. rozwój mózgu lokomocja) nie odbywa się bezpośrednio, ale zawsze za pośrednictwem kryterium adaptacji: jeżeli zmiana jakiegoś czynnika daje wyższą korzyść adaptacyjną (sukces reprodukcyjny), gdy towarzyszą jej zmiany innego czynnika (czy zespołu czynników), wówczas czynniki te zmieniają się „w sprzężeniu".

Dokonajmy krótkiego przeglądu czynników — zespołów właściwości, które w trakcie ewolucji naczelnych podlegały najwyraźniejszym zmianom, by na tym tle zastanowić się jakie były uwarunkowania zachodzących przemian. W zakresie morfologii, wyraźnej zmianie podlegała wielkość ciała naczelnych — od drobnych, przypominających współczesne gryzonie form z paleocenu do dużych małp człekokształtnych i człowieka. Znacznym przeobrażeniom podlegały również narządy ruchu (z funkcjonalnego punktu widzenia lokomocja). Pierwotnym typem lokomocji pranaczelnych była czworonożność. Kończyny przednie i tylne, równej mniej więcej długości, krótkie względem długości tułowia, miały palce zaopatrzone w pazury ułatwiające ruch po gałęziach drzew. Formą ruchu, która pojawiła się następnie, były skoki. Morfologicznym przystosowaniem do tego typu lokomocji było wydłużenie tylnej pary kończyn, udoskonalenie chwytności palców oraz zanik pazurów i pojawienie się w ich miejsce paznokci. Wiele form naczelnych tym typem lokomocji posługuje się do dzisiaj, inne (*Simioidea*) zmodyfikowały narządy ruchu i to w kilku kierunkach (co następowało równolegle ze zmianami rozmiarów ciała): czworonożności połączonej ze wspinaniem się lub brachiacją,

* Por. T. Bielicki, *Niektóre związki zwrotne w procesie ewolucji Hominidae*. Materiały i Prace Antropologiczne, 1969, nr 77, s. 3 - 60

czworonożności naziemnej, brachiacji i półbrachiacji połączonej z naziemnym ruchem, wreszcie dwunożności związanej z zanikiem chwytności dolnej pary kończyn i znacznym rozwojem manipulacyjnych zdolności ręki. Kolejny zespół przeobrażeń morfologicznych dotyczył czaszki. Przede wszystkim postępował wzrost pojemności puszki mózgowej (zarówno w wielkości bezwzględnej, jak i w stosunku do wymiarów ciała) Było to oczywiście konsekwencją powiększania się mózgu Zmianom puszki mózgowej towarzyszyły przekształcenia części twarzowej Ulegała ona skracaniu i redukcji względem ogólnych rozmiarów czaszki. Pewnym zmianom podlegały również zęby: następowała redukcja ich liczby oraz zmiany ich wielkości i formy, co było adaptacyjną odpowiedzią na zmiany typu pożywienia. Naczelne ewoluowały od owadożerności do różnych form roślinożerności i wreszcie mięsożerności hominidów. Dużym przeobrażeniom ulegały zachowania naczelnych. Dowody na przebieg tych zmian w materiałach paleontologicznych są oczywiście trudne do stwierdzenia, poza ostatnim etapem ewolucji w jednej z grup — człowiekowatych (materialne wytwory kultury). Pomocna w tym względzie jest analiza zróżnicowania zachowań wśród współczesnych populacji naczelnych.

Wymienione powyżej przeobrażenia stanowiły adaptacyjną odpowiedź na zmieniające się potrzeby populacji w zakresie podstawowych dziedzin aktywności życiowej: odżywiania się, ochrony przed zniszczeniem, rozrodu i komunikacji, czyli przekazu informacji pozagenowej. Zdobywanie pożywienia przez długi czas stawiało populacjom naczelnych takie wymagania, na które odpowiedzią ewolucyjną były przemiany wielu cech morfologicznych (przewód pokarmowy, zęby i znaczna część przystosowań lokomocyjnych). Również zapewnienie osobnikom ochrony przed grożącymi ich życiu niebezpieczeństwami wymagało modyfikacji narządów ciała. Modyfikacje te u naczelnych związane były przede wszystkim z doskonaleniem sposobów unikania zagrożeń i ucieczki. Istotne przemiany morfologii i zachowań naczelnych związane były z potrzebami wynikającymi z dziedziny zjawisk życiowych jaką jest reprodukcja. Zwiększenie rozmiarów ciała obserwowane w toku ewolucji naczelnych było, z punktu widzenia kryterium adaptacji, za które uznaliśmy trwałość populacji, zjawiskiem korzystnym. Powiększenie się organizmu stwarza korzystniejszy stosunek energii pobieranej i traconej (rozpraszanej w trakcie aktywności), wymaga jednak obfitych i wydajnych kalorycznie źródeł pokarmu. Zwiększenie masy ciała daje ponadto możliwość rozbudowy układów homeostatycznych, a tym samym wzrost trwałości struktur osobniczych, w tym również wydłużenie życia osobniczego. Czynnikiem jednak sprzężonym z rosnącą masą ciała jest zmniejszenie się liczby reprodukowanego potomstwa, a także wydłużanie się czasu potrzebnego na pełne uformowanie się struktury i funkcji osobniczych. U naczelnych, które są ssakami łożyskowymi spowodowało to równocześnie wydłużanie się fazy płodowej w rozwoju. Długotrwałość ciąży i znaczne rozmiary, jakie osiąga noworodek spowodowały, że samice naczelnych rodzą jedno młode, a odstępy między kolejnymi porodami (w populacjach, które omawiany trend wykazywały) ulegały wydłużeniu. Wymienione przemiany w zakresie reprodukcji okazały się w przypadku naczelnych szczególnie korzystne na skutek „sprzężenia" ich z czynnikami, które można określić terminem

„działalność informacyjna" populacji. Rola tej grupy czynników okazała się w ewolucji naczelnych najważniejsza. W zakresie morfologii ewolucję tych czynników reprezentuje zwiększający się mózg, a ściślej mówiąc – wzrost liczby jego neuronów i liczby połączeń między neuronami, połączeń umożliwiających przepływ i przetwarzanie sygnałów informacyjnych. Rozwojowi mózgu towarzyszyły zmiany w obrębie receptorów (narządów będących odbiornikami sygnałów), a także efektorów (w tym narządów ruchu).

Pamiętając o przedstawionych powyżej uwagach rozpocznijmy rekonstrukcję procesu hominizacji od oligocenu, kiedy to — ok. 30 mln lat temu — na terenie Starego Świata pojawiły się małpy wąskonose, a wśród nich populacje, które miały dać początek mioceńskim praczłowiekowatym. Były to zwierzęta niezbyt jeszcze duże, leśne, o nadrzewnym trybie życia i roślinnej diecie. Trwałość swą populacje te — jak należy przypuszczać — zawdzięczały w znacznej mierze sprawności centralnego układu nerwowego, który umożliwiał im dużą elastyczność zachowań i, mimo braku jakichś szczególnych specjalizacji pokarmowych, kontynuację ewolucji rozmiarów ciała. Zwiększenie rozmiarów powodowało pewne przekształcenia w narządach ruchu — rozwój brachiacji.

W oligocenie rozpoczął się w Afryce, gdzie żyły interesujące nas populacje, proces zmniejszania się zasięgu lasów tropikalnych, który postępował w następnych okresach. Zmiana warunków klimatycznych oraz szaty roślinnej (powstają lasosawanny i sawanny) miała istotny wpływ na ukierunkowanie ewolucji przyszłych człowiekowatych. Populacje małp wąskonosych, które miały pozostać na stepowiejących terenach musiały dysponować przystosowaniami umożliwiającymi życie poza tropikalnym lasem: zdobywanie pokarmu, unikanie bądź przeciwstawianie się drapieżnikom oraz typ lokomocji pozwalający sprawnie poruszać się po powierzchni ziemi. Małpami, które w początkach miocenu zamieszkiwały równikową Afrykę, a które powyższe warunki spełniały, były driopiteki, wśród nich zaś grupa zwana prokonsulami (*Dryopithecus* (*Proconsul*) *major*, *D.* (*P.*) *africanus* i *D.* (*P.*) *nyanzae*). Były to zwierzęta sporych rozmiarów (największy z wymienionych gatunków osiągał wielkość szympansa). Ich półbrachiacyjny typ lokomocji pozwalał poruszać się po odkrytym terenie, przy czym wydłużone przednie kończyny podpierały skośnie ustawiony tułów. Opisywane małpy były głównie owocożerne, na co wskazuje budowa ich zębów, nie wiemy natomiast jaki udział w ich diecie miało białko zwierzęce. Choć kieł driopiteka prokonsula był większy od pozostałych zębów, nie można uznać by stanowił on broń wystarczającą do walki z dużymi drapieżnikami. Miał on natomiast duży mózg, dobry stereoskopowy wzrok i — zapewne — dobry słuch, a więc wyposażenie w narządy wyspecjalizowane w transmisji pozagenowej informacji. Dalszą ewolucję małp typu prokonsula można interpretować jako rozwinięcie naszkicowanego wyżej zestawu właściwości morfologicznych i czynnościowych. Właściwości takie określa się często jako „preadaptacje", co jest dozwolone jedynie z punktu widzenia końcowych efektów procesu adaptacyjnego. Wydaje się, że rozwój tych małp potoczył się w kierunku wyznaczonym przez „specjalizację informacyjną", której morfologicznym podłożem był doskonalący się centralny układ nerwowy. Zwiększenie zakresu kontroli informa-

cyjnej nad otoczeniem, jaki zwierzęta te dzięki takiemu kierunkowi adaptacji osiągnęły, pozwalało zarówno na wzrost efektywności wykorzystywania dostępnych źródeł pokarmu, jak i sprawniejsze unikanie zagrożeń ze strony drapieżników.

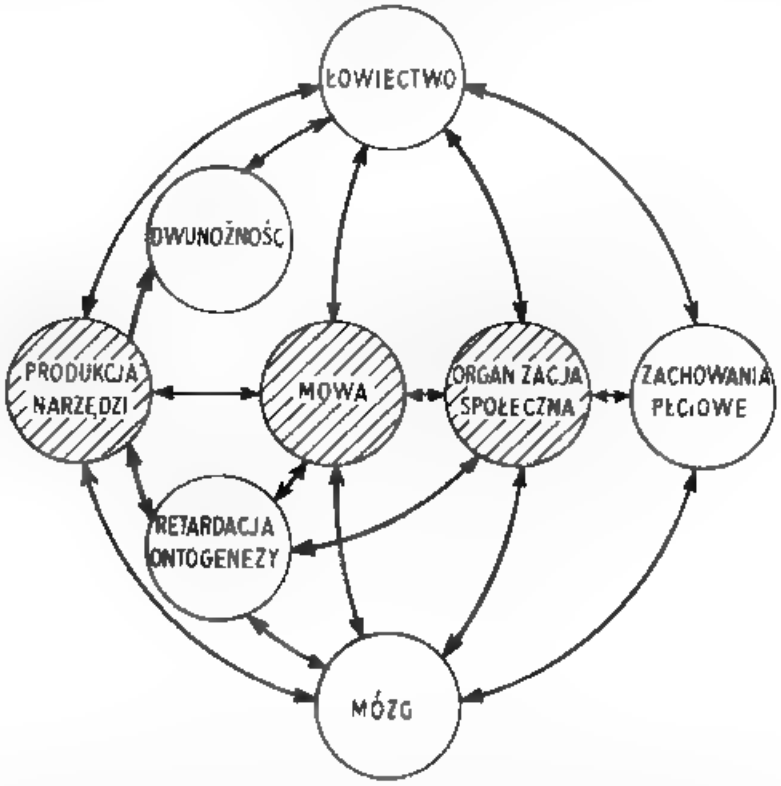
Pod koniec miocenu pojawiły się populacje istot, które określa się jako ramapiteki. Choć istoty te reprezentowane są w materiałach kopalnych jedynie niewielkimi fragmentami szczęk i zębami, przedstawiona wyżej koncepcja dotycząca przebiegu ewolucji praczłowiekowatych zdaje się w materiałach tych potwierdzać. Uzębienie ramapiteka świadczy, że poza owocami musiał on spożywać twardsze pokarmy — zredukowany kieł sugeruje nasilenie ruchów rotacyjnych żuchwy związanych z żuciem (być może nasion traw, ewentualnie mięsa?). Wynika stąd, że istota, o której mówimy przebywała na — przynajmniej częściowo — bezleśnych terenach, a ze względu na znaczną redukcję kłów byłaby ona całkowicie bezbronna wobec nawet nazbyt dużych drapieżników, gdyby nie dysponowała innym środkiem obrony (a być może i ataku). Można dopuścić, że środkiem takim były zorganizowane działania grupowe z wykorzystaniem chwytnych przednich kończyn w spionizowanej postawie do posłużenia się narzędziem. W odniesieniu do ramapiteka jest to oczywiście jedynie hipoteza — zbyt skąpe materiały wykopaliskowe nie pozwalają jej na razie potwierdzić ani odrzucić. W końcu pliocenu jednak populacje istot zawdzięczających swą egzystencję przede wszystkim sprawnemu posługiwaniu się informacją pozagenową występowały już z całą pewnością. Mowa tu oczywiście o australopitekach. Nagromadzona w tych populacjach informacja, a także sposoby jej zużytkowywania i transmisji osiągnęły poziom, który przyjęto nazywać kulturą.

Australopiteki były — o czym świadczą materiały z wykopalisk — drapieżnikami, albo — tak chyba będzie słuszniej powiedzieć — łowcami. Ta brzemienna w skutki zmiana sposobu odżywiania nastąpiła jako przystosowanie do sawannowego środowiska. Zmiana ta jednak miała sens ewolucyjny dopiero wówczas, gdy podlegające jej istoty dysponowały możliwościami informacyjnymi wystarczającymi dla zorganizowania łowów i użycia w ich trakcie narzędzi. Warunkiem wykorzystania powyższych możliwości było posługiwanie się takim typem lokomocji, przy którym w czasie ruchu mogłyby być użyte narzędzia. Warunek ten spełnia dwunożność. Tak więc ukształtował się kompleks „sprzężonych" z sobą czynników: możliwości informacyjne (mózg) typ pożywienia (mięsożerność — łowiectwo) typ lokomocji (dwunożność).

W ostatnim etapie hominizacji, który miał miejsce w środkowym plejstocenie, zmianie uległ układ czynników decydujących o przebiegu ewolucji. Po ostatecznym ugruntowaniu się dwunożności i związanej z tym sprawności manualnej, a także łowieckiego trybu życia (etap pitekantropa), dalej postępował proces ewolucji zachowań opartych na pozagenowym przekazie informacji — kulturze. Właściwością preferowaną adaptacyjnie było stałe powiększanie zasobu takiej informacji w populacjach, a zatem dalsze doskonalenie struktury i funkcji mózgu. Zmiany morfologiczne, jakie można obserwować w materiałach z tego okresu dotyczyły przede wszystkim czaszki. Zwiększa się ciągle jeszcze puszka mózgowa zmieniając jednocześnie nieco swój kształt — następuje „gracylizacja" jej kości, to znaczy

stają się one cieńsze, redukcji ulegają grzebienie i wały kostne, wygładza się rzeźba przyczepów mięśniowych. Równocześnie zmianom ulega twarzowa część czaszki. Najogólniej biorąc, ulega ona redukcji. Proces ten wynikał z ustępowania nacisków selekcyjnych faworyzujących potężny aparat szczękowo-zębowy. Doskonalenie technik łowieckich oraz poszerzenie zakresu znajomości metod przygotowywania żywności (drogą kulturową) pozwalało zwiększyć asortyment spożywanych produktów i dobierać te spośród nich, które wymagały mniejszych wydatków energetycznych na zdobycie, spożywanie i przyswajanie. Proces ten uległ przyspieszeniu, gdy populacje hominidów opanowały posługiwanie się ogniem (termiczna obróbka pokarmu).

Najistotniejsze i najbardziej znaczące z punktu widzenia obecnego stanu adaptacji populacji ludzkich zmiany dokonywały się jednak w sferze informacji pozagenowej — kultury. Wspominaliśmy już o produkcji narzędzi, dodać należy, że innymi materialnymi efektami funkcjonowania kultury były: produkcja odzieży, broni, przedmiotów kultu, ozdób czy budowa schronień. Nie wszystkie jednak przejawy kultury tworzonej przez omawiane populacje pozostawiły materialne ślady, choć ich rola w procesach adaptacyjnych była olbrzymia. Do takich dziedzin kultury należy m. in. organizacja społeczna grup. Wspominaliśmy już, że istotnym elementem zachowań istot człowiekowatych były działania zespołowe. W związku z łowieckim trybem życia człowiekowatych należy przypuszczać, że w tworzonych przez nie społecznościach dokonać się musiały duże przekształcenia struktury organizacyjnej. Zaniknąć musiała hierarchiczna zależność między osobnikami, wykształcić się natomiast musiały (podtrzymywane przekazem kulturowym)



Ryc. 1.2.11. Schemat zależności między zespołami właściwości morfologiczno-funkcjonalnych i kulturowych w procesie hominizacji

zasady współdziałania osobników i podziału żywności. W związku z wydłużeniem się życia płodowego i dzieciństwa, cechami skądinąd korzystnymi i faworyzowanymi przez dobór ze względu na zwiększanie możliwości przyswajania przez dorastającego osobnika zwiększonej ilości informacji kulturowej, pojawiła się konieczność dalszych przekształceń struktury organizacyjnej. Osobniki płci żeńskiej, ze względu na obarczenia związane z macierzyństwem, nie mogły uczestniczyć w zdobywaniu żywności (drogą łowiectwa) w takim samym stopniu jak osobniki męskie. Dla sprawnego funkcjonowania grupy istotne stało się zatem zróżnicowanie ról obu płci i ukształtowanie się zasad zabezpieczania egzystencji tym członkom grupy, których aktywność była czasowo ograniczona. Należy przypuszczać, że już wówczas pojawił się charakterystyczny dla współczesnego człowieka typ więzi społecznej, jakim jest monogamiczna rodzina. Monogamiczne związki osobników nie musiały być od razu bardzo trwałe — istotne było pojawienie się zależności ekonomicznych w parach osobników dorosłych, przy czym zależności te obejmowały także niedorosłe potomstwo osobnika żeńskiego w każdej parze. Konsekwencją opisywanego zespołu czynników było zapewne ukształtowanie się „ludzkiego" typu zachowań płciowych. Na skutek wyłączenia tych zachowań spod kontroli hormonalnej i przejęcia tej funkcji przez korę mózgową, receptywność seksualna kobiet przestała zależeć od fazy cyklu menstruacyjnego. Zmiana ta, jak należy domniemywać, umożliwiła zwiększenie trwałości monogamicznych związków i eliminowała możliwość powstawania konfliktów związanych z konkurencją samców o receptywne w danym momencie samice.

Na zakończenie przypomnijmy o jeszcze jednym czynniku, którego rola w procesie hominizacji nie może budzić wątpliwości — mowie. Rola tego czynnika, pozostającego w wyraźnym związku z rozwojem mózgu, polegała na poszerzaniu możliwości transmisji informacji, dotyczyła zatem wszelkich przejawów kultury.

Antropologia morfologiczna i fizjologiczna

2

Rozdział pierwszy

Porównanie cech budowy anatomicznej człowieka i innych naczelnych

Z biologicznego punktu widzenia człowiek jest formą zoologiczną najbardziej zbliżoną do małp. Wskazują na to różne właściwości wspólne dla człowieka i tej grupy zwierząt, np. behawioralne, ontogenezy (zwłaszcza embrionalnej i płodowej), właściwości fizjologiczne, biochemiczne, immunologiczne cechy anatomiczne. Problem ten przedstawiony był w części pierwszej — Antropologia filogenetyczna. W tym miejscu podajemy opis porównawczy ważniejszych elementów budowy anatomicznej człowieka na tle pozostałych grup naczelnych w związku z przyjęciem przez niego postawy wyprostowanej i dwunożnej lokomocji (ortoskelia i bipedia). Przyjęcie tych właściwości doprowadziło u człowieka do licznych zmian nie tylko w wyglądzie zewnętrznym, lecz także w licznych szczegółach budowy układu kostnego, mięśniowego, krwionośnego czy w licznych cechach budowy narządów wewnętrznych.

Z poprzednich treści wiadomo, że do rzędu naczelnych zalicza się naczelne pierwotne naczelne ssaki łożyskowe, które wykazują pewne wspólne cechy budowy anatomicznej. U różnych przedstawicieli tej grupy cechy te mogą być wyrażone niejednakowo, mogą także one niekiedy występować u niektórych

innych ssaków. Z tych względów niżej przedstawione cechy anatomiczne nie mogą być jedynym kryterium wyróżniającym w gromadzie ssaków rząd naczelnych. Do wspólnych cech naczelnych zalicza się:

1. Duży mózg w stosunku do ciężaru ciała, rozwój kresomózgowia, tendencje do wzrostu pofałdowania kory mózgowej u form wyżej rozwiniętych, do stopniowego zakrywania móżdżku przez półkule mózgowe, znamiona redukcji węchomózgowia i rozwoju ośrodków wzrokowych, czuciowych kończyn górnych itd., tendencja do dwuocznego — stereoskopowego widzenia.

2. Tendencja do zamknięcia pierścieniem kostnym oczodołu i odgraniczenia go ścianką kostną od dołu skroniowego, tendencja do przesuwania oczodołów z boków ku przodowi czaszki, duże oczy.

3. Chwytność kończyn przednich, a także tylnych uwarunkowana przeciwstawnym kciukiem i palucham, dzięki dużej ruchomości pierwszej kości śródręcza i śródstopia, odwracanie (*supinatio*) i nawracanie (*pronatio*) ręki i w stopniu znacznie mniejszym stopy, najdłuższy trzeci palec ręki.

4. Tendencja do wytwarzania paznokci zamiast pazurów. Paznokcie występujące przynajmniej na jednym palcu, rozwój zmysłu dotyku.

5. Obojczyk w składzie kończyny górnej, przy tendencji do pionizacji postawy ciała i stopniowego spłaszczania klatki piersiowej w kierunku przednio-tylnym.

6. Opieranie się na całej stopie przy chodzeniu.

7. Jedna w zasadzie para gruczołów mlecznych, jedna para sutek (u lemurów 1 - 3 pary, u wyraków 2 pary).

8. Uzębienie heterodontyczne — występowanie wszystkich form zębów (siekacze, kły, trzonowce) oraz difiodontyczne — uzębienie mleczne wymienialne na stałe (w którym występują przedtrzonowce i trzonowce).

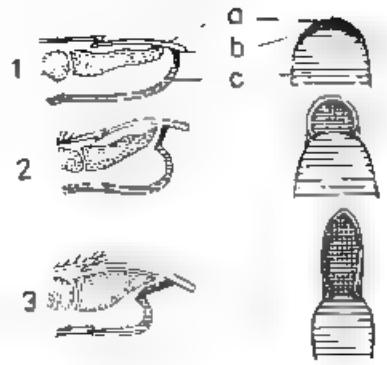
9. Pojedyncza macica, łożysko tarczowate z doczesną (u małpiatek macica jest dwurożna, a łożysko mniej lub bardziej rozproszone).

10. Jądra położone stale w worku mosznowym, członek zwisający.

11. Występowanie na wewnętrznej stronie rąk i stóp listewek skórnych — linii papilarnych, które u małp szerokonosych występują również na nagiej spodniej stronie ogona.

Szczególnie ważną właściwością naczelnych, która wyróżnia je od innych grup ssaków jest rozwój różnorakich funkcji chwytnych kończyn. Wiąże się to z przeciwstawieniem kciuka ręki i palucha stopy pozostałym palcom, co umożliwia tworzenie zamkniętego kręgu warunkującego większą sprawność chwytną i manipulacyjną. U naczelnych kończyny przednie rozwijają i doskonalą zdolności badania i oglądania przedmiotów, zbierania pożywienia i donoszenia go do ust. Funkcje te doprowadzają do pojawiania się zamkniętej przez obojczyk obręczy barkowej.

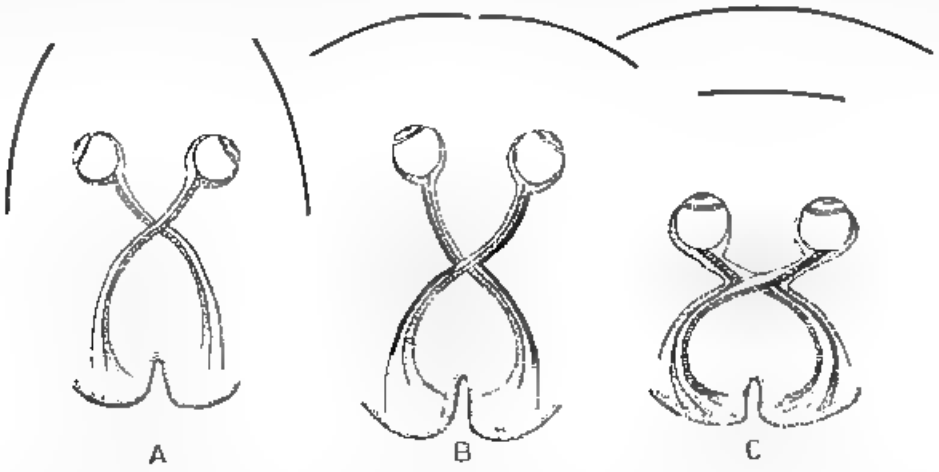
Realizacja potrzeb pokarmowych naczelnych nie wymaga tak silnie rozwiniętego węchu jak u innych ssaków. Przejawem redukcji tego zmysłu jest między innymi brak tzw. *rhinarium* — gołej i bogato unerwionej skóry wargi górnej, która występuje jeszcze u lemurów i u lori czy też włosków zatokowych (czuciowych), które są jeszcze u niektórych niższych małp. Natomiast zwiększa się wrażliwość czuciowa opuszek palców, a pazury obejmujące końce palców również z boku wykazują



Ryc. 2.1.1. Różnice budowy paznokci i pazurów
1 — paznokieć płaski, 2 — paznokieć kopulasty, 3 — pazur, *a* — blaszka grzbietowa, *b* — blaszka podeszwowa, *c* — opuszka palca

tendencje do zamiany na paznokcie. U niektórych naczelnych występują twory o budowie pośredniej — *tegulae* uważane za rodzaj pazurów. Nadrzewny tryb życia preferował za pośrednictwem doboru naturalnego u naczelnych zmysł wzroku, znaczenie którego jest ważniejsze niż pozostałych zmysłów dla zaspokojenia różnorodnych potrzeb życiowych i zebrania informacji o otaczającym świecie. Znalazło to wyraz w zwiększeniu wymiarów gałki ocznej, w zmianie ich położenia, w zróżnicowaniu siatkówki. Większe stały się oczodoły, które uległy przesunięciu z położenia bocznego na przednie czaszki, dzięki czemu osie wzrokowe stają się mniej lub bardziej równoległe. U małp wyższych widzenie staje się stereoskopowe. Ciało kolankowate śródmózgowia na skutek przekrzyżowania nerwów wzrokowych posiada sześć słojów, a nie jak u małp niższych trzy słoje.

W obrębie naczelnych można grupować pewne podobieństwa i różnice anatomiczne między małpiatkami a szerokonosymi, następnie wąskonosymi a człekokształtnymi czy człekokształtnymi a człowiekiem, lecz wymagałoby to szerszego niż tu prezentowane ujęcia. Niektóre z tych różnic przedstawiono już w rozdziałach



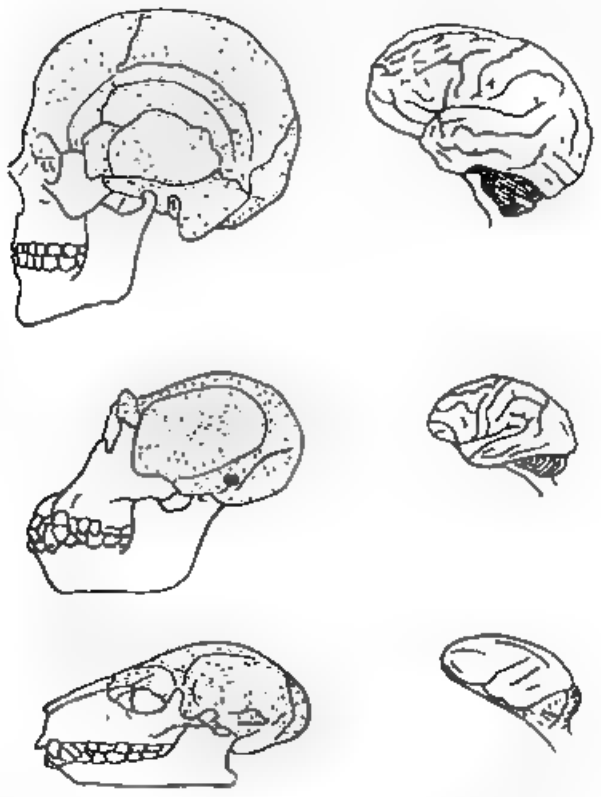
Ryc. 2.1.2. Schemat skrzyżowania wzrokowego u różnych przedstawicieli ssaków: A — z niezależnymi ruchami gałek ocznych i odrębnymi (jednoczesnymi) polami widzenia (np. koń), pełne skrzyżowanie nerwów wzrokowych; B — ze zgodnymi ruchami gałek ocznych i kombinowanymi jednoocznymi polami widzenia (np. zając), prawie pełne skrzyżowanie; C — ze zgodnymi w pełni ruchami gałek ocznych i reakcjami źrenic, z binokularowym (obuplamkowym) polem fiksacji

Połowiczne skrzyżowanie włókien nerwu wzrokowego pochodzących od siatkówki i plamki żółtej, włókna od prawych połówek siatkówki biegną do prawej półkuli mózgowej, a od lewych połówek do lewej (np. małpy i człowiek)

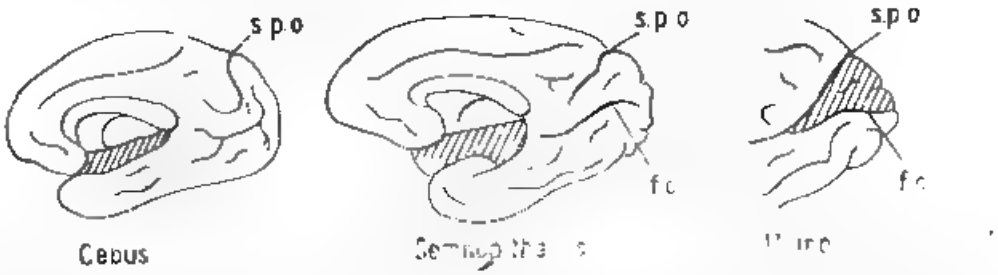
części I, inne opisywane niżej stanowią nawiązanie do porównań człowieka z resztą tej grupy. Z trzech typów lokomocji ciała przedstawicieli naczelnych: czworonożnej (lemury i naziemne wąskonose), brachiacyjno-zwisowej u małp nadrzewnych, tylko człowiek posiada wyłącznie typ lokomocji dwunożnej, która zmieniła stopę z narządu chwytno podporowego małp w narząd podporowy człowieka.

Układ nerwowy ośrodkowy

Jak wspomnieliśmy, najstarszy filogenetycznie ośrodek zmysłu węchu ulega u naczelnych uwstecznieniu, które jest najdalej posunięte u człowieka. Silnie rozwijają się natomiast ośrodki słuchu, dotyku, wzroku, a w końcu u człowieka ośrodek mowy. Mózgowie małp jest w stosunku do mózgowia człowieka bardziej prymitywne. U człowieka większa jest liczba fałdów, bruzd i zakrętów kryjących około 60% powierzchni kory. Znaczniejsze pofałdowanie mózgu powoduje wzrost jego powierzchni, która u człowieka wynosi przeciętnie około 1700 2000 cm², gdy u szympansa dochodzi tylko do około 600 cm². Stopniowo móżdżek leżący u niższych małp na przedłużeniu mózgu zostaje u wyższych małp przykryty od góry przez mózg, co w pełni widoczne jest zwłaszcza u człowieka. Półkule mózgowe pokrywa kora mózgowa tworząc rodzaj płaszcza (*pallium*). Powierzchnia pofałdowanej kory, jak wyżej pisaliśmy, dochodzi do 2000 cm². Półkule składają się ze starszych filogenetycznie struktur zwanych *allocortex* i kory nowej — *neocortex* (*isocortex*). Nowa kora pojawia i rozwija się u ssaków, uzyskując większe obszary i bardziej złożoną budowę u przedstawicieli znajdujących się na wyższych szczeblach rozwoju filogenetycznego, osiągając u człowieka 95% objętości kory. Wzrost wielkości i złożoności strukturalnej kory jest duży u naczelnych w kolejności od prymitywnych lemurów do człekokształtnych i człowieka. U człowieka grubość kory podobna jest na przykład do grubości kory szympansa, lecz jej objętość jest większa około trzykrotnie. Większa jest też liczba oraz wielkość komórek, które posiadają między sobą liczniejsze połączenia. U naczelnych obserwujemy w kierunku do form wyższych zwiększanie się pofałdowania kory — zwiększeniu ulega bruzda środkowa (*sulcus centralis*)



Ryc. 2.1.3. Stosunek części mózgowej do twarzowej czaszki oraz wielkość mózgu u człowieka, szympansa i małpiatki



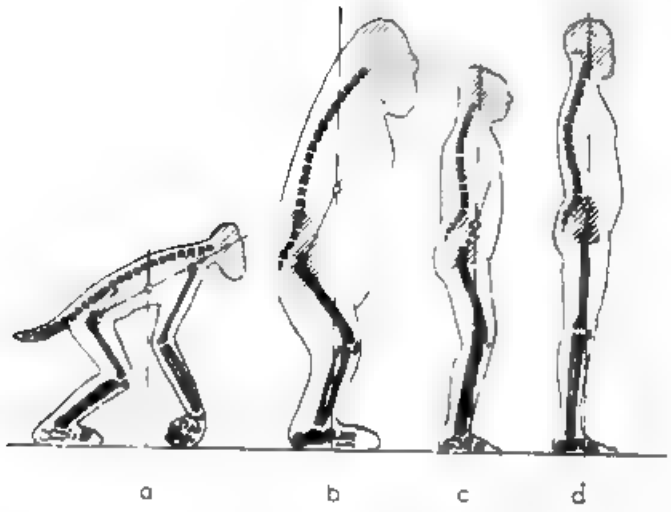
Ryc. 2.1.4. Powstawanie klina (*cuneus*) — obszar zakreskowany — w wyniku połączenia bruzdy ciemieniowo-potylicznej (*s.p.o.*) i szczeliny ostrogowej (*f.c.*)

odcinająca część przednią od tylnej części mózgu. U człowieka szczególnie silnie jest rozwinięty leżący przed tą bruzdą płat czołowy, następnie nieco mniej rozwinięty leżący niżej płat skroniowy, z tyłu położony płat potyliczny, a najmniej ciemieniowy. U naczelnych występuje korelacja między stopniem rozwoju nowej kory a zdolnością do uczenia się i zapamiętywania. Ta część kory jest siedliskiem zjawisk psychicznych, inteligencji. Szczególny jest u człowieka rozwój kresomózgowia, ma też miejsce silny rozwój ciała modzelowatego. Większość dróg wzrokowych nie kończy się jak u małp w śródmózgowiu, lecz w korze półkul (*neopallium*). U człowieka szczególnie wykształcony jest ośrodek mowy Broca, ośrodki ruchowe kończyn górnych. Specyficznie ludzką cechą jest też asymetria wielkości i kształtu półkul mózgowych. W związku z praworęcznością większa i lepiej rozwinięta jest lewa półkula, w której umiejscowiony jest ośrodek ruchowy mowy. Ślady owej asymetrii można znaleźć u człekokształtnych. Dla porównań rozwoju mózgu wprowadza się często wskaźnik wagowy odnoszący jego ciężar do ciężaru ciała. Wskaźnik ten więcej mówi o rozwoju mózgu niż same porównania jego ciężaru. Przeciętny ciężar mózgowia wynosi u człowieka około 1500 g, u goryla 530 g, szympansa 420 g, orangutana 440 g, u gibbona około 110 g. Ciężar względny mózgowia człowieka wynosi około 1:35 1:45, gibbona 1.70, szympansa 1:90, goryla 1:220, makaka 1 70. Niektóre szerokonose mają ten stosunek większy niż to ma miejsce u człowieka, bo wynoszący 1:12 1:20, co wynika z faktu, że mniejsze ssaki z reguły posiadają większy względny ciężar mózgowia. Wspomnieć można również o tym, że naczelne posiadają bruzdę ostrogową w kształcie szponu, która u człowieka wraz z bruzdą ciemieniowo potyliczną ogranicza w płacie potylicznym klinek (*cuneus*), który pojawia się u człekokształtnych.

Układ kostny

Kręgosłup

W wyniku przyjęcia postawy wyprostowanej ukształtowały się u człowieka 4 krzywizny kręgosłupa, dwie przednie — lordozy (szyjna i lędźwiowa), dwie tylne — kifozy (piersiowa i krzyżowa). Funkcja tych krzywizn sprowadza się do amortyzowania



Ryc. 2.1.5. Schemat postawy ciała, umiejscowienie środka ciężkości i linii ciężaru ciała: a — gibbona, b — goryla, c — neandertalczyka, d — człowieka współczesnego

wstrząsów przenoszonych na czaszkę i chronione w niej narządy podczas chodu, a zwłaszcza podczas gwałtowniejszych ruchów, np. skoków.

W przeciwieństwie do pozostałych naczelnych czaszka człowieka nie zwisa, lecz jest podparta przez kręgosłup. Kręgosłup podtrzymuje także zawieszoną na nim klatkę piersiową, a także częściowo również trzewia. Małpiatki i zwierzokształtne posiadają kręgosłup w formie łuku wspierającego się na pasie barkowym i miednicznym, a unoszenie głowy warunkuje tworzenie się lordozy karkowej przy istniejącej kifozie piersiowo-lędźwiowej. U człekokształtnych, które przyjmują półwyprostowaną postawę ciała, łukowate wygięcie kręgosłupa jest mniejsze, nie tworzy się lordoza karkowa, a utrzymywanie głowy zwisającej na kręgosłupie warunkuje znaczny rozwój wyrostków kolczystych kręgów stanowiących przyczepy dla silnych mięśni karkowych. Widoczne jest to zwłaszcza w odcinku szyjnym i piersiowym kręgosłupa, a wyrostki kolczyste mogą być nawet skierowane dogłowowo.

Ryc. 2.1.6. Związek krzywizn kręgosłupa z ustawieniem czaszki i miednicy u człowieka i goryla

Natomiast przy podpartej i zbalansowanej na kręgosłupie głowie u człowieka dochodzi do redukcji wielkości mięśni karkowych i wyrostków kolczystych kręgów. W odcinku szyjnym są one u niego silnie pochylone i rozdwojone, a w odcinku piersiowym zachodzą na siebie dachówkowato. Liczba kręgów szyjnych jest u wszystkich naczelnych stała i wynosi 7. Odcinek piersiowy jest natomiast bardziej zróżnicowany co do liczby kręgów. U człowieka przeciętnie jest ich 12, przy zmienności od 11 do 14, zaś w odcinku lędźwiowym 5 (od 4 do 6), krzyżowym 5 (od 4 do 6) oraz guzicznym 3–5 kręgów. Wobec 17 kręgów piersiowych i lędźwiowych człowieka pozostałe naczelne posiadają ich od 18 do 22. Kręgi krzyżowe zwykle zrastają się ze sobą tworząc jedną kość krzyżową. U niższych naczelnych tworzą ją 3 kręgi, u człekokształtnych liczba ta zwiększa się do 5,

co również jest typowe dla człowieka. W filogenezie można jednak zaobserwować poszerzenie i skrócenie kości krzyżowej. Gdy u małp niższych była ona wąska i długa, u człowieka w związku ze zmianą funkcji kręgosłupa dochodzi do jej poszerzenia i skrócenia oraz wygięcia. Rozkład ciężaru górnych części ciała na 2 kości miedniczne i dalej na kości kończyn dolnych ma miejsce za pośrednictwem kości krzyżowej doprowadzając do wytworzenia się wzgórka (*promontorium*). Redukcja liczby kręgów ogonowych bardziej niż u człowieka zaznacza się u gibbona i szympansa (2 - 3 kręgi). Z powyższego widzimy że różnice w budowie kręgosłupa wiążą się ze zmianą funkcji tej części szkieletu. Podczas gdy u niższych małp były to funkcje łączenia różnych części ciała i podtrzymujące wiszące trzewia czy głowę, to u człowieka w związku z postawą wyprostowaną kręgosłup w dużym stopniu utrzymuje i przenosi na kończyny ciężar górnych części ciała. Efektem tego jest silne w stosunku do małp spłaszczenie i poszerzenie trzonów kręgów oraz zwiększanie się ich wielkości w kierunku doogonowym.

Klatka piersiowa

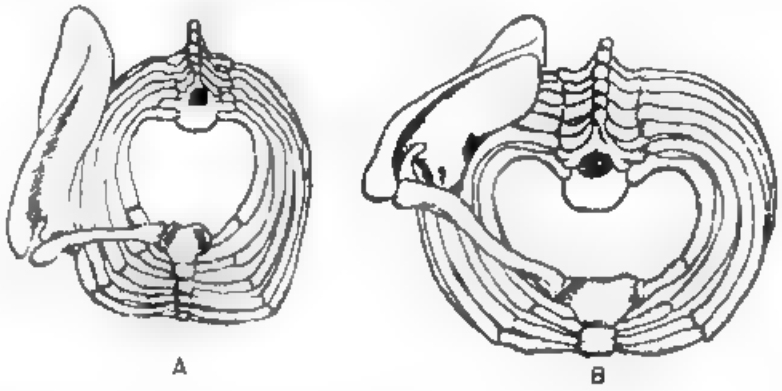
Z typem lokomocji związany jest kształt klatki piersiowej. U małp czworonożnych jest ona spłaszczona bocznie, tzn. jest klinowata, u człekokształtnych kształt jej jest raczej typu cylindrycznego, a u brachiatorów i u człowieka ulega ona przednio-tylnemu spłaszczeniu. Zjawisko to wiąże się z odmienną funkcją kończyn przednich w różnych typach lokomocji, a liczbową dokumentację przedstawia wskaźnik klatki piersiowej będący stosunkiem wymiaru strzałkowego do poprzecznego. Wskaźnik ów u człowieka, szympansa i goryla wynosi około 78, u orangutana 85, gibbona 89, zaś u niższych małp około 104 - 108. Przednio-tylne spłaszczenie klatki piersiowej działa nań stabilizująco zmniejszając jej ruchomość. Wiąże się to ze zwiększeniem wartości kąta żebrowego, który kryje wyrostki kolczyste kręgosłupa, co przy redukcji ich wielkości i pochyleniu ku dołowi umożliwia leżenie na plecach. Stabilizacja klatki piersiowej wiąże się też ze skróceniem i poszerzeniem mostka. Mostek u lemurów jest jeszcze 7 - 8-członowy, u człekokształtnych podobnie jak u człowieka jest płaski, szeroki, 3 członowy. Stosownie do redukcji liczby kręgów piersiowych do 12 u człowieka nastąpiła redukcja liczby żeber (u zarodka 13 par). Liczba tych kości u małp szerokonosych przeciętnie wynosi 13,5 pary, u szympansa 13,2, gibbona 13,1, goryla 12,8, orangutana 12,1. Zmienność liczby żeber klatki piersiowej człowieka wynosi od 11 do 14 par.

Kości kończyny górnej

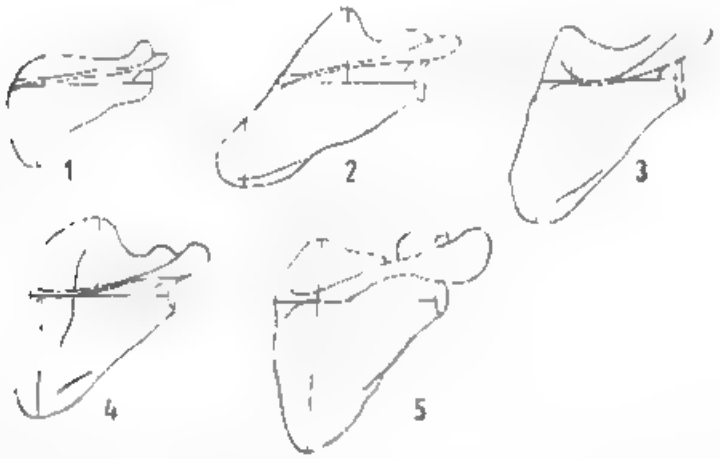
W wyniku uwolnienia od funkcji podporowych i przystosowania do pracy kończyna górna uległa u człowieka skróceniu, a inne związane z tym zmiany są następujące:

Łopatka u niższych małp służy do przenoszenia ciężaru przedniej części ciała na kończyny przednie, spełniając funkcje podporowo. Powoduje to jej wydłużenie

w kierunku osi poprzecznej (grzebienia), a skrócenie osi strzałkowej. U człekokształtnych łopatka z bocznego położenia przemieszcza się na położenie tylne, co zwłaszcza silnie występuje u człowieka w związku z postawą wyprostowaną, spłaszczeniem klatki piersiowej w kierunku przednio-tylnym i uwolnieniem kończyny górnej. Budowa łopatki człowieka zwiększa zakres ruchów kończyny górnej. W sto-



Ryc. 2.1.7. Przekrój poprzeczny końca tułowia: A — makaka, B — człowieka



Ryc. 2.1.8. Łopatka u naczelnych: 1 — makak, 2 — szympans, 3 — orangutan, 4 — goryl, 5 — człowiek

sunku do małp niższych następuje u człowieka dwukrotne zwiększenie długości części podgrzebieniowej, wygięcie ku górze grzebienia łopatki i pojawienie się jej wcięcia (*incisura scapulae*). Opisane różnice ilustrują wskaźniki łopatki, z których szerokościowo-długościowy wskaźnik jest u naczelnych następujący: człowiek 65,9, szympans 68,5, goryl 70,4, gibbon 96,9, małpy niższe 110 - 144.

Ryc. 2.1.9. Zanikanie otworu i powstawanie wyrostka nadkłykciowego kości ramiennej

Kość ramienna — u człowieka nastąpiło skręcenie (*torsio*) nasady dolnej (bloczka) w stosunku do górnej (głowa). Kąt skręcenia wynosi u niższych ssaków 90°, u małp niższych 95 - 110 u człekokształtnych 125 (gibbon 112°, orangutan 120°, szympans 128 , goryl 141°), u człowieka kopalnego 148°, a u współczesnego od 138° do 165° (u płodów ludzkich 92° i noworodków 110). W zasadzie opisane zmiany wywołane są u człowieka koniecznością dopasowania głowy kości ramiennej do nowego położenia wydrążenia stawowego łopatki, stąd następuje jej skręcenie, a skręcenie bloczka należy uznać za rzekome

Ryc. 2.1.16. Kość promieniowa: A — goryla, B — człowieka, *t.r.* guzowatość kości promieniowej

Kości przedramienia są u człowieka mniej wysmukłe i wygięte niż u małp, co wiąże się z mniejszym rozwojem mięśni, zwłaszcza w stosunku do brachiatorów.

Ręka u człowieka posiada największe zdolności chwytne i manipulacyjne. Ruchliwość i praca spowodowały rozszerzenie się kośćca i rozwój mięśni, zwłaszcza kłębu kciuka. U małp dłoń jest wąska i długa, u niektórych szerokonosych zanika kciuk, który nawet u człekokształtnych jest krótszy, cieńszy, głębiej osadzony i mniej ruchomy. W szkielecie nadgarstka człowieka, szympansa i goryla brak jest, występującej u innych naczelnych, kości środkowej nadgarstka (*os centrale*), która w ich rozwoju osobniczym łączy się z kością łódkowatą. Przy chodzeniu zwierzokształtne opierają się na wewnętrznej stronie całej ręki, człekokształtne zaś tylko na stronie grzbietowej środkowych trzonów podgiętych do środka palców.

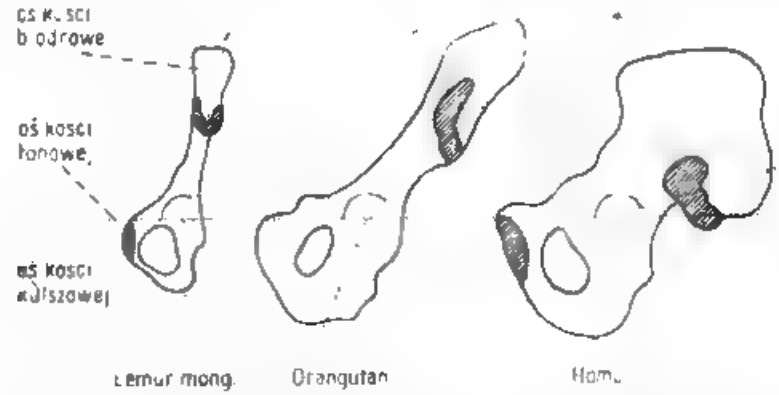
Kości kończyny dolnej

Miednica u człowieka kształtowana jest pionizacją ciała i bipedią, co stwarza nowe warunki statyczne wynikające z podtrzymywania trzew, utrzymywania wyprostowanej postawy. Doprowadziło to do licznych różnic w budowie miednicy człowieka w stosunku do małp, u których tylko część łonowa w niewielkim stopniu podtrzymuje trzewia, a miednica łączy jedynie kręgosłup z wolną częścią kończyny dolnej. Stąd miednica małp jest wąska, długa, posiada owalny wchód z osią długą skierowaną przednio tylnie, wysoką częścią łonową z bardzo ostrym kątem podłonowym. Talerze biodrowe są u niższych małp ustawione stromo, są wklęsłe na zewnątrz i wypukłe do wewnątrz. Częściowo u człekokształtnych, a zwłaszcza u człowieka, miednica uległa skróceniu i poszerzeniu, ukształtowała się wewnątrz wklęsłość talerzy biodrowych, które są dwukrotnie szersze u człowieka w stosunku do długości niż u małp niższych (podtrzymywanie ciężaru górnych części ciała — trzew, i miejsca przyczepu dla mięśni pośladkowych). Przeniesienie ciężaru ciała z okolicy spojenia łonowego na kość krzyżową (*promontorium*) sprzyjało zmniejszeniu wyso-

Tabela 2.1.1. Wartości wskaźników: długości kończyny przedniej (1) oraz długości kończyny tylnej (2) do długości tułowia

Gatunek	(1)	(2)
Lemury	90 - 101	85 - 110
Małpy szerokonose	96 - 121	91 - 95
Makaki	115 - 140	96 - 110
Gibbony	247	131
Orangutan	224	111
Goryl	189	113
Szympans	180	113
Człowiek	153	158

kości okolicy spojenia i rozwarciu kąta podłonowego. Zmienione warunki stanowią też przyczynę zmiany kształtu otworu zasłonionego, wybitnego rozwoju u człowieka wcięcia kulszowego większego oraz kolca i guza kulszowego. Zmiany kształtu miednicy ilustruje wskaźnik szerokościowo-wysokościowy, którego wartości są następujące: człowiek 128,7, goryl 121,0, orangutan 116,6, szympans 96,5, gibbon



Ryc. 2.1.11. Kierunek osi kości biodrowej, łonowej i kulszowej naczelnych

78,7, małpy niższe 81 - 54. Równolegle z opisanymi zmianami wolna część kończyny dolnej uległa wydłużeniu w stosunku do tułowia. Zmiany te dobrze ilustrują wartości wskaźników: (1) długości kończyny przedniej do tułowia; (2) długości kończyny tylnej do tułowia.

Kość udowa u człowieka uległa wydłużeniu, zwłaszcza w okolicy szyjki kość ta jest mniej wygięta do tyłu, a jej przekrój ma kształt trójkątny, podczas gdy u małp — spłaszczony w kierunku przednio-tylnym. Osie długie głowy i szyjki w stosunku do osi długiej kłykci tworzą w rzucie na płaszczyznę kąt, którego wartość wynosi u człowieka 12° (4 - 20°), u małp jest on znacznie wyższy, np. u orangutanów wynosi 80° (*torsio femoris*). Kąt szyjkowo-trzonowy uległ u człowieka zwiększeniu. Prócz tego u człowieka ma miejsce schodzenie się obu kości udowych w kierunku do kolan, podczas gdy u małp występuje ich rozchodzenie się w tym kierunku. W związku z powyższym ciężar ciała u człowieka w większym stopniu przenoszony jest na

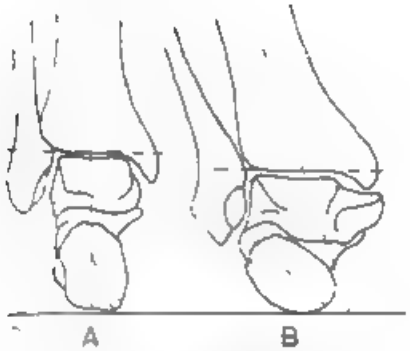
kłykcie boczne niż na przyśrodkowe (u małp występuje zjawisko odwrotne), co prowadzi u człowieka do zwiększenia wielkości kłykci bocznych.

Rzepka jest kością bardziej wydłużoną u małp niż u człowieka, dlatego w odróżnieniu od małp człowiek potrafi wyprostować nogę w stawie kolanowym, co zwiększa długość jego kroku.

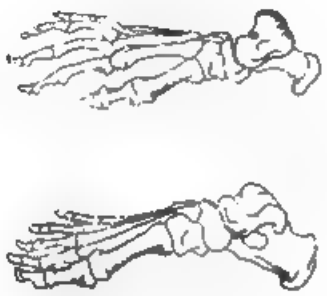
Ryc. 2.1.12. Kość udowa: A — u szympansa, B — u człowieka

Kości podudzia — u człowieka większe jest zbliżenie kości piszczelowej do strzałkowej niż u innych naczelnych. U niektórych niższych naczelnych kość strzałkowa może być zrośnięta z piszczelową. Bliższy koniec kości piszczelowej jest w stosunku do trzonu pochylony ku tyłowi (*retroversio tibiae*). Kąt tyłozgięcia wynosi u człowieka 14°, u płodów 39°, natomiast u człekokształtnych 26° i u neandertalczyka 19°. Tyłozgięcie piszczeli większe jest współcześnie u tych ludów, które zwyczajowo przyjmują kuczny sposób siedzenia. Przekrój trzonu tej kości u małp jest spłaszczony, zaś u człowieka bardziej trójkątny. W przypadkach bocznego spłaszczenia trzonu mówimy o platyknemii, zaś przy trójkątnym przekroju o euryknemii piszczeli — są to różnice warunkowane głównie czynnościowo. Również piszczel, podobnie jak kość ramienna i udowa człowieka, wykazuje skręcenie nasad (*torsio tibiae*). Poprzeczna oś stawowa górna i dolna piszczeli tworzą u człowieka kąt 23° (10 - 30°), podczas gdy u małp wartość tego kąta jest ujemna ze względu na odmienny kierunek skręcenia do wewnątrz. Podobne skręcenie jak u małp może występować u człowieka przy silnym płaskostopiu i fizjologicznie we wczesnej ontogenezie.

Stopa chwytno-podporowa u małp, staje się u człowieka organem marszowo-podporowym z upośledzoną chwytnością zredukowanych co do wielkości palców.



Ryc. 2.1.13. Ustawienie kości podudzia i guza kości piętowej: A — u człowieka, B — u goryla (wg Abela)



Ryc. 2.1.14 Szkielet stopy goryla (u góry) i człowieka (u dołu)

Różnice między człowiekiem a małpami są następujące:

a) wydłużenie stępu u człowieka, który stanowi 1/2 długości stopy, u małp 1/3;

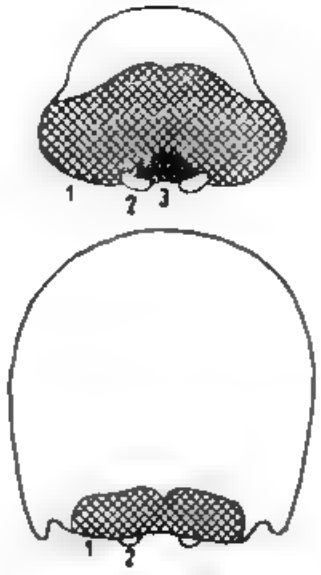
b) wysklepienie szkieletu stopy człowieka, a więc wytworzenie łuku podłużnego i poprzecznego, dzięki przywiedzeniu palucha do pozostałych palców (u małp przeciwstawny), opuszczeniu do podłoża guza piętowego (rozwój i poszerzenie kości skokowej i piętowej). Na kość piętową człowieka przenoszony jest ciężar ciała (u zwierzokształtnych guz piętowy jest uniesiony ku górze, u człekokształtnych położony poziomo);

c) chodząc człowiek przenosi stopniowo ciężar ciała z zewnętrznej części pięty na część przyśrodkową stopy w części palcowej, co doprowadziło do rozrostu palucha, który staje się zwykle największym palcem stopy. Małpy człekokształtne chodząc stawiają najpierw na podłożu krawędź boczną stopy.

Kości czaszki

Różnice w ukształtowaniu czaszki małp i człowieka wynikają ze zwiększenia, u tego ostatniego, wielkości mózgowia i z ustawienia czaszki w stosunku do kręgosłupa (podparcie czaszki odciążające mięśnie karku potrzymujące ją). W stosunku do antropoidów człowieka cechuje ścieńczenie ścian kostnych czaszki, i silny rozwój mózgowej części czaszki a redukcja twarzowej, co w konsekwencji powoduje przemianę prognatycznego pyska w ortognatyczną twarz. Pojemność czaszki wynosi przeciętnie u człowieka nieco poniżej 1500 cm^3, u goryla 530 cm^3, u szympansa około 420 cm^3 i u orangutana około 440 cm^3. Łuki jarzmowe i otwory słuchowe znajdują się u człowieka w przedniej części czaszki, zaś u małp — w jej połowie tylnej. Redukcja części trzewnej i mięśni żwaczowych u człowieka doprowadziła do

Ryc. 2.1.15. Różnice morfologiczne czaszki goryla i człowieka



Ryc. 2.1.16. Powierzchnia potyliczna czaszki goryla i człowieka

1 — położenie przyczepu mięśni karkowych (zakreskowane), *2* — położenie kłykci potylicznych, *3* — otwór wielki

zaniku grzebienia strzałkowego, zaś redukcja mięśni karkowych do przemiany wału potylicznego w kresy karkowe.

Kość potyliczna u człowieka dzięki rozwojowi mózgowia wydatnie zwiększyła się łuska, która uległa zaokrągleniu. Brak też jest charakterystycznego dla małp załamania łuski, utworzonego przez wał potyliczny, którego pozostałością jest guzowatość potyliczna zewnętrzna. Otwór wielki wraz z kłykciami uległ przesunięciu u człowieka do przodu w okolice środka czaszki, przy czym leży on w płaszczyźnie poziomej, podczas gdy u małp płaszczyzna ta odchyla się silnie w kierunku pionowym.

Kości ciemieniowe człowieka cechuje silne powiększenie brzegów strzałkowych w stosunku do skroniowych.

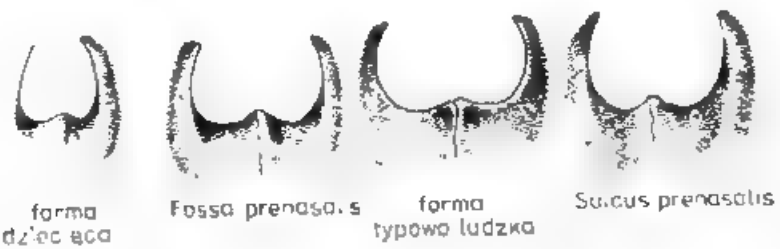
Kość skroniową człowieka, w stosunku do małp, cechuje rozwój łuski i wytworzenie się wcięcia między częścią sutkową a łuską oraz ukształtowanie wyrostka sutkowatego i rylcowatego, których brak jest u innych naczelnych. Dół stawowy u człowieka uległ pogłębieniu.

Kość czołowa — u człowieka nastąpił silny rozwój łuski i jej pionizacja. Nastąpiła też redukcja wałów nadoczodołowych i ich przemiana w słabo zaznaczone łuki brwiowe, co doprowadziło do ukształtowania się guzów czołowych. Zjawiska te niektórzy łączą z redukcją aparatu żucia człowieka. U człowieka najsilniejsza jest pneumatyzacja kości czaszki, m. in. duże są zatoki czołowe występujące poza człowiekiem tylko u szympansa i goryla.

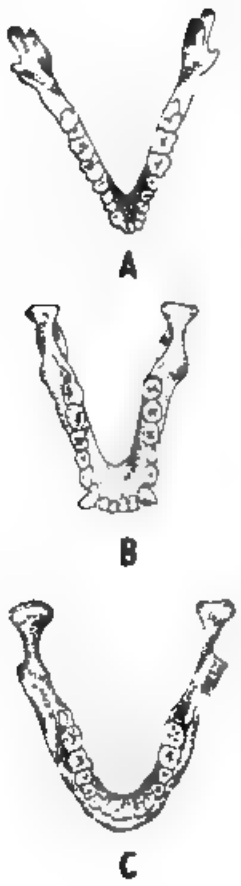
Kość klinowa — kąt rozwarcia tej kości występujący między stokiem a osią trzonu stanowi, w pewnym sensie, dodatkową kifozę w obrębie czaszki. Im kąt ten jest większy, tym większy jest prognatyzm i mniejsza pojemność czaszki. Wielkość tego kąta wynosi u człowieka około 143°, u goryla 160°, u szympansa 149°, u oranga gutana 172°.

Oczodoły w części twarzowej znaczne różnice dotyczą oczodołów, które u małp posiadają odwrotnie niż u człowieka większą wysokość niż szerokość.

Nos kostny — u antropoidów kości nosowe ustawione są płasko, a dolna krawędź otworu gruszkowatego jest zaokrąglona, nie posiada kolca nosowego, zaś w dół biegnie rynienkowaty rowek przednosowy (*sulcus prenasalis*), którego pozostałość występuje niekiedy u człowieka w postaci dołka przednosowego (*fossa prenasalis*).



Ryc. 2.1.17. Schemat ukształtowania dolnej krawędzi otworu gruszkowatego



Ryc. 2.1.18. Kształt łuku zębodołowego żuchwy: A — wyraka, B — gibbona, C — człowieka

Kości szczęki — między kośćmi szczęki u innych naczelnych występują parzyste kości przysieczne (*ossa incisiva*), w których umieszczone są siekacze górne. Szczęka człowieka jest krótka, szeroka, zaś innych naczelnych długa i wąska. Gdy u małp najbardziej wystającą do przodu częścią twarzy jest część zębodołowa, to u człowieka bródka. U niektórych niższych naczelnych żuchwa może się składać z 2 połówek połączonych szwem (lemury, wyraki). U człowieka pojawia się bródka, a w związku z mową, w jej okolicy powstają zagłębienia (*fossa digastrica*) wywołane silnym rozwojem mięśnia dwubrzuścowego.

Pojawienie się bródki u człowieka tłumaczą teorie, z których przytaczamy dwie:

1 — bródka powstała w wyniku redukcji części zębodołowej żuchwy człowieka na skutek mniejszej intensywności żucia. Dolna część trzonu nie mogła ulec redukcji, gdyż mieści mięśnie łączące żuchwę z krtanią i język;

2 — bródka powstała w wyniku poszerzenia puszki mózgowej, poszerzenia twarzy, bowiem gałęzie żuchwy uległy rozszerzeniu i w miejscu spojenia obu części żuchwy powstała luka, którą wypełniły kosteczki bródkowe (*ossicuala mentalia*), cementując obie połówki i tworząc bródkę.

Według T. Ziółkiewicza obie teorie uzupełniają się, a prócz tego istnieje związek między wielkością bródki a wielkością kąta gonialnego i kąta rozwarcia trzonu żuchwy. W stosunku do naczelnych człowieka charakteryzuje również odmienność kształtu łuku zębodołowego. U wyraków i lemurów ramiona łuku są zbieżne ku przodowi w kształcie litery V — łuk lemuroidalny. U człekokształtnych łuk zębowy cechuje równa linia siekaczy załamująca się przy kłach i równolegle do siebie biegnące linie zębów przedtrzonowych i trzonowych obu stron — kształt litery U — łuk pitekoidalny. U człowieka najczęstszy jest łuk hominidalny o kształcie paraboli w żuchwie i półelipsy w szczęce. Prócz tych różnic w budowie czaszki występują różnice w kierunku jej ontogenetycznego rozwoju. U małp podstawa czaszki wzrasta jeszcze po zakończeniu rozrastania się sklepienia (po zamknięciu szwów), u człowieka odwrotnie, najpierw kostnieje podstawa w około 18 roku życia (głównie chrząstkozrost klinowo-potyliczny), natomiast wymiary czaszki zwiększają się jeszcze po tym okresie życia do momentu intensywnego zarastania szwów czaszkowych.

Uzębienie ssaków charakteryzuje stała liczba zębów w obrębie rodziny i rodzaju oraz ich zróżnicowanie pod względem ukształtowania i funkcji na siekacze, kły, przedtrzonowce i trzonowce. Zęby tkwią w zębodołach korzeniami, które kształtują

się później aniżeli korona, bowiem są one również filogenetycznie późniejsze. U gryzoni, u których korzenie rosną bardzo wolno, korona rośnie przez całe życie. Pod względem uzębienia ssaki dzielą się na: 1) krótkozębne (*brachidontia*), których korzenie kształtują się wcześnie i mają mały otwór wierzchołkowy, a korony są ograniczone we wzrastaniu; 2) długozębne (*hypsodontia*) korzenie kształtują się późno, posiadają otwarty szeroki kanał i otwór wierzchołkowy, zaś korony są długie, rosną przez całe życie. Najstarsze ssaki łożyskowe, praprzodkowie naczelnych, posiadały formułę zębową $\frac{3\ 1\ 4.3}{3\ 1\ 4.3}$. Uzębienie naczelnych jest zróżnicowane. Trzonowce są w postaci tępoguzkowej, co stanowi modyfikację formy guzkowokrającej. Liczba guzków koron i ich powierzchnia jest nieco zwiększona. Zaznacza się tendencja do zmniejszania liczby zębów przy zachowaniu wszystkich rodzajów, co przy skracaniu łuków zębowych wpływa na przemianę pyska w twarz.

G. Koenigswald uważał, że w ewolucji człowiekowatych można zauważyć:

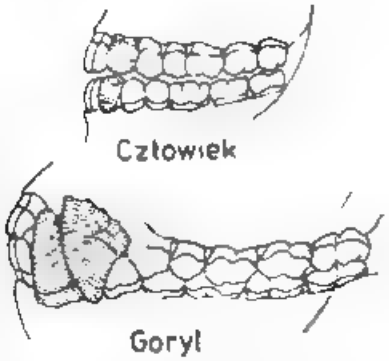
1 — utratę przerwy (diastemy),

2 — formowanie się łuku parabolicznego,

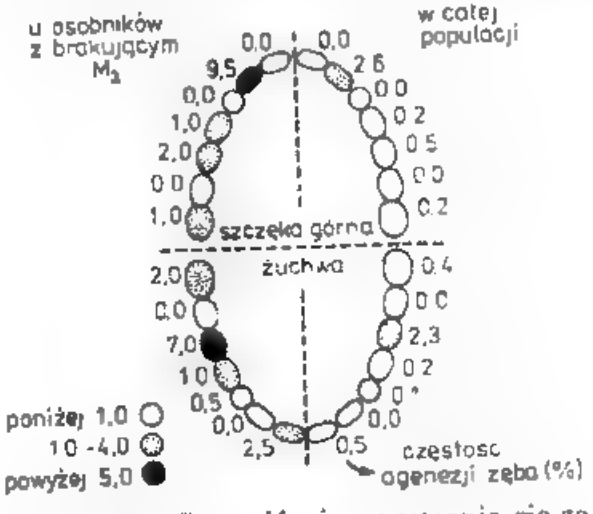
3 — przewagę wielkości drugiego trzonowca i zmniejszenie drugiego przedtrzonowca,

4 — zmniejszenie się wymiarów zębów.

Począwszy od środkowego plejstocenu w ewolucji hominidów obserwuje się tendencję do redukcji narządu żucia zmniejszenie rozmiarów szczęk, zębów i liczby guzków zębów trzonowych. U człowieka dalszą skłonność do uwstecznienia



Ryc. 2.1.19. Profil łuku zębowego człowieka i goryla

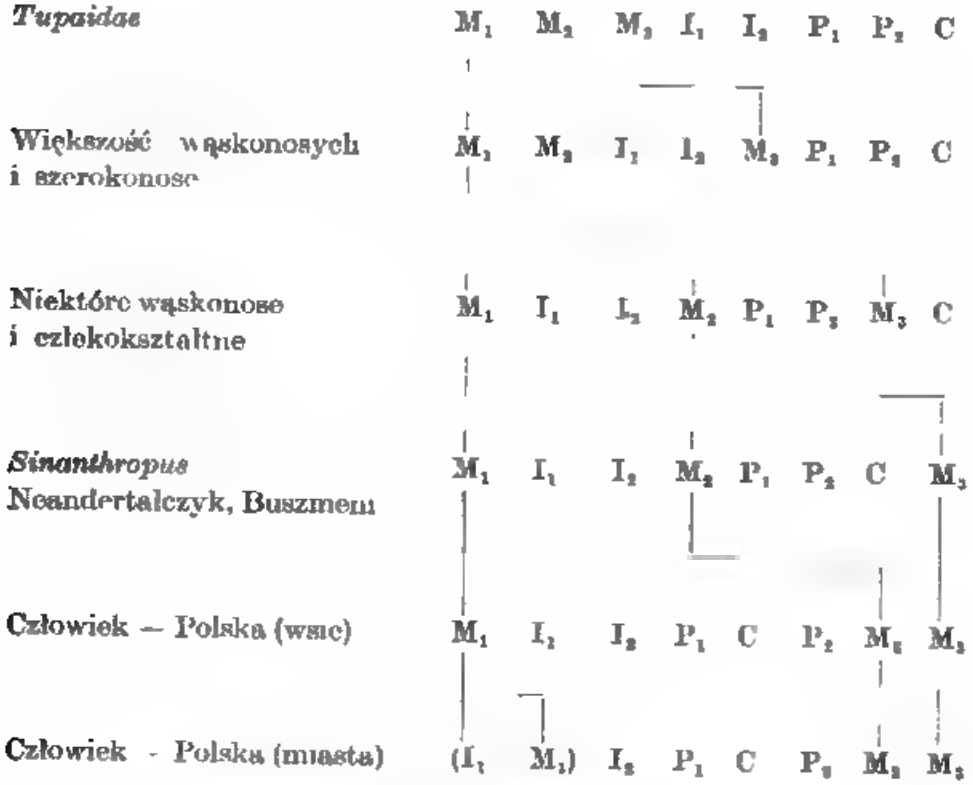


Ryc. 2.1.20. Częstość niewyrzynania się zębów u ludzi współczesnych (wg Garna i Rohmanna)

wykazują drugi siekacz szczęki, drugi przedtrzonowiec żuchwy i trzeci trzonowiec obu szczęk.

Człowiek, ssak wszystkożerny (*omnivora*), w przyszłości — według Izarda — być może posiądzie formułę zębową $\frac{1\ 1\ 2.2}{2.1.1\ 2}$. Jako przejaw atawizmu uważa się występowanie niekiedy u naczelnych czwartego zęba trzonowego. U człowieka najczęściej ma to miejsce u Australijczyków i Melanezyjczyków. W procesie filogenezy człowieka dochodzi do stłaczania się zębów (nieco chyba szybsza jest redukcja wielkości szczęk i skracanie łuków zębowych niż wielkości i liczby zębów).

Oprócz utraty przerw między zębami człowieka, redukcji wielkości korony kła, który nie wystaje ponad linię zgryzu, człowiek różni się od pozostałych naczelnych nieco inną kolejnością wyrzynania zębów stałych. Przedstawia się to następująco:



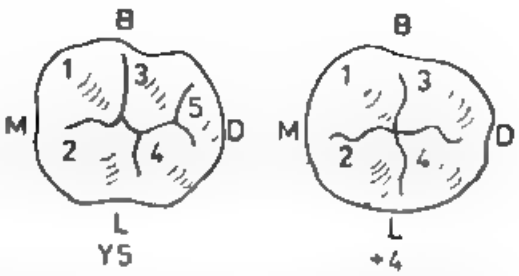
Teorie powstawania koron trzonowców

Najprostszą i najwcześniejszą formą zębów są kły i siekacze, a najpóźniejszą, najbardziej wyspecjalizowaną są trzonowce. Dla uzębienia ssaków najbardziej charakterystyczne są zęby trzonowe o różnokształtnych koronach, których powstanie tłumaczą następujące teorie:

1. L. Bolk, B. Dybowski – ząb wieloguzkowy, wielokorzeniowy powstaje przez zrastanie się poszczególnych prostych zębów;

2. C. D. Cope, H. F. Osborn — proste zęby wskutek różnych przystosowawczych przyczyn wytwarzają kolejne nadbudówki;

3. H. Winge — ogłosił teorię wpływu czynników mechanicznych, funkcji, na rozwój uzębienia.



Ryc. 2.1.21. Typy ukształtowania rzeźby powierzchni żujących trzonowców żuchwy człowieka

Y5 klasyczny wzór dryopithecoidalny pięcioguzkowy występujący u człekokształtnych, *+4* – wzór czteroguzkowy występujący tylko u człowieka; strony zęba. *B* – policzkowe, *L* – językowe, *M* – mezjalne, *D* – dystalne; guzki: *1* – *protoconid*, *2* – *metaconid*, *3* – *hypoconid*, *4* – *entoconid*, *5* – *hypoconulid*

U niższych kręgowców (ryby, płazy, gady) wzajemne oddziaływanie szczęk i zębów jest małe, dlatego zęby są proste, posiadają stożkowatą koronę i pojedynczy

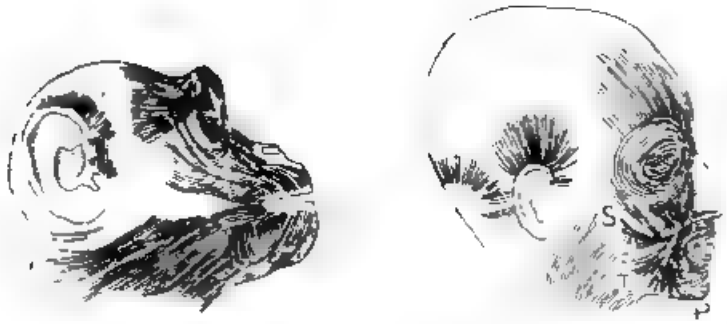
korzeń. Żucie pokarmów pojawiło się u ssaków i dało impuls do rozbudowy umięśnienia żuchwy i różnicowania się zębów na siekacze, kły, przedtrzonowce i trzonowce. Rozwój szczęk i mięśni żwaczowych, wszechstronne ruchy żuchwy, intensywne kontaktowanie się zębów, stanowiły bodźce do dalszego rozwoju zębów, do powstawania bardziej złożonej budowy nowych guzków. Żucie skraca proces trawienia, dlatego w związku z trybem życia i rodzajem pokarmu wytworzyły się różne kierunki specjalizacji jako coraz lepsze przystosowanie do środowiska. Pierwsze ssaki miały trójkątne płaszczyzny pierwszych trzonowców, które nadawały się do rozdrabniania małych łupów, jak owady. Guzki w tych 3-guzkowych zębach to w obrębie tzw. trigonu (szczęka): *protoconus* po stronie językowej i *meta-* oraz *paraconus* po stronie policzkowej. W żuchwie układ guzków w tzw. trigonidzie jest odmienny: po stronie językowej występują 2 guzki: *meta-* i *paraconid*, zaś na policzkowej jeden

Ryc. 2.1.22. Klasyfikacja form zgryzu: *PS* — psalidodoncja, *LB* — labidodoncja, *ST* — stegodoncja, *PO* — opistodoncja, *PG* — progenia, *DH* — haplodoncja

protoconid. Od tego pierwotnego typu powstały bardziej zróżnicowane formy 4-, 5- i 6-guzkowe. W części dystalnej trigonu wykształcił się młodszy filogenetycznie talon (piętka, stopka) z guzkiem *hypoconus*, zaś w trygonidzie (żuchwa) również rozwija się dystalnie położony talonid, na którym obok *hypoconidu* tworzą się *ento-* i *mesoconid* (*hypoconulid*). W ciągu dalszej ewolucji uwstecznieniu uległ *paraconid* dając 5-guzkową formę dolnych trzonowców. Od form owadożernych wywodzą się naczelne. Od dryopitekoidalnej formy rzeźby trzonowców, u współczesnych ludzi zachodzi proces uwstecznienia uzębienia, który przejawia się coraz częstszym występowaniem braku piątego guzka (zęby są czteroguzkowe o układzie bruzd w kształcie krzyża), przy czym mogą tu występować różne przejściowe formy. Człowieka od pozostałych naczelnych różni prócz tego zanik zgryzu obcęgowatego (*labidontia*), którego właściwością jest proste zwarcie szczęk (*orthogenia*), czyli zetknięcie powierzchni koron siekaczy górnych z dolnymi. W ontogenezie forma taka jest częstsza u osobników młodych. Zgryz nożycowaty (*PS*) typowy dla przedstawicieli odmiany białej jest rzadszy u ludzi odmiany żółtej, u której w około 33% pojawia się zgryz dachówkowaty (*ST*).

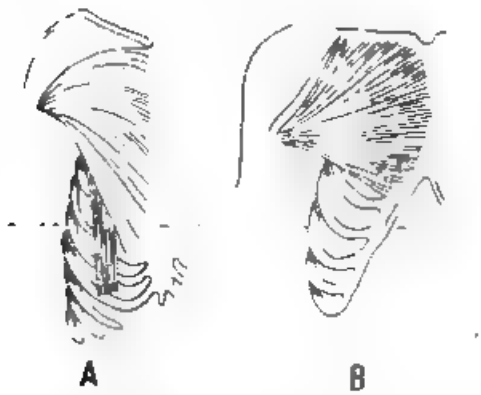
Układ mięśniowy

Różnice umięśnienia człowieka i małp są głównie konsekwencją zmiany postawy ciała i wiążą się z różnicami budowy szkieletu. Dopiero u człowieka ma miejsce pełny rozwój mięśni mimicznych, rozwijających się z mięśniówki skórnej, która

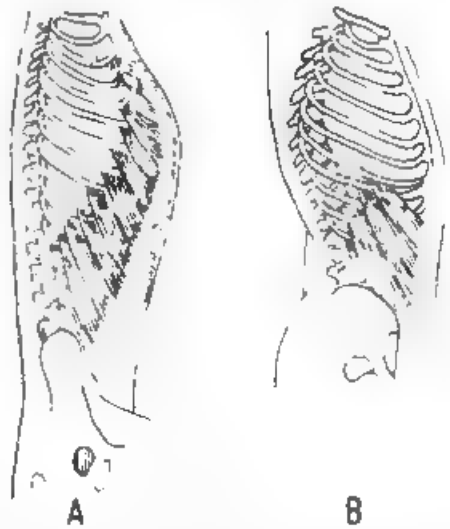


Ryc. 2.1.23. Różnicowanie mięśni wyrazowych (szympans i człowiek)
P — m. bródkowy, *T* — m. obniżacz kąta ust, *S* — m. śmiechowy

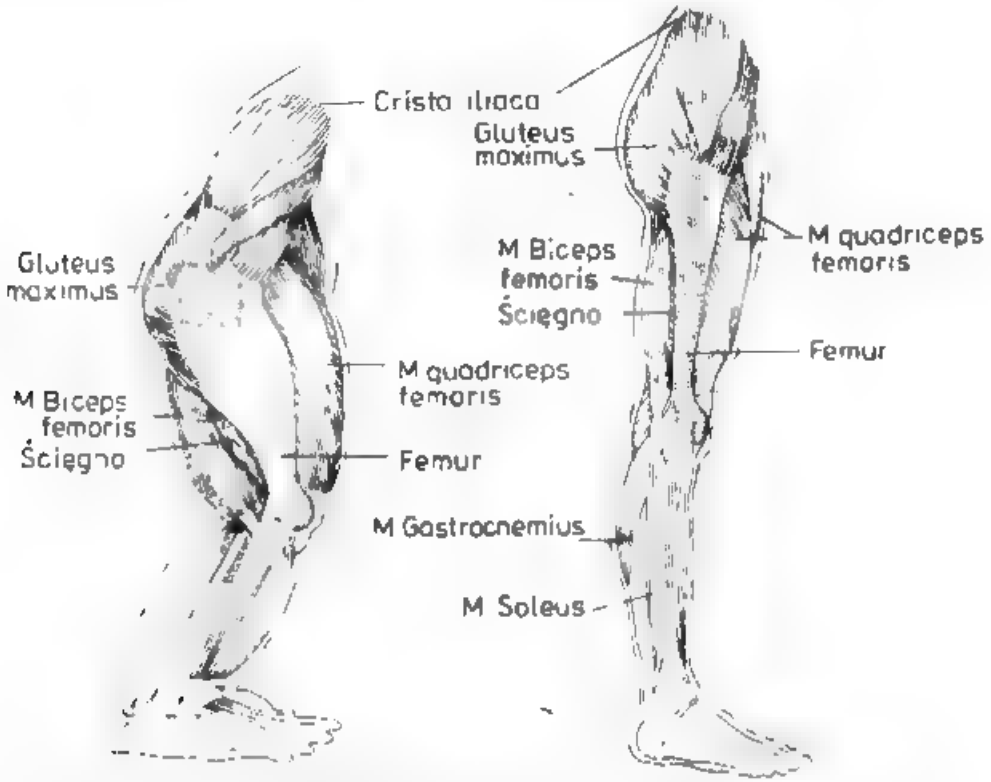
u niektórych ssaków pokrywa tułów umożliwiając poruszanie skórą tułowia i karku. Pozostałością tej mięśniówki jest również u człowieka mięsień mostkowy czy łuk pachowy. W stosunku do form niższych, człowieka cechuje uwstecznienie mięśni uszu. Zbalansowana i utrzymywana w płaszczyźnie poziomej głowa człowiecka stanowi przyczynę redukcji wielkości niektórych mięśni szyi i grzbietu. Wraz ze skracaniem się klatki piersiowej człowieka, skróceniu uległy w stosunku do małp następujące mięśnie: piersiowy większy, skośny brzucha zewnętrzny oraz prosty brzucha, który u lemurów może dochodzić do pierwszego żebra i posiadać aż 9 smug ścięgnistych, jednak silniejszemu skróceniu, w stosunku do człowieka, uległ on u szympansa i gibbona. U człowieka w stosunku do map wydłużył się natomiast mięsień zębaty przedni i czworoboczny. W kończynie górnej zaznacza się u człowieka tendencja do zwiększania liczby głów w mięśniu dwugłowym ramienia oraz występowanie głowy łokciowej mięśnia nawrotnego obłego (u goryla 50%, u szympansa 94%). Szczątkowy jest natomiast mięsień dłoniowy długi i krótki — brak ich może dochodzić do 25%. U naczelnych obserwujemy silne uwstecznienie mięśnia lędźwiowego mniejszego — nie pojawia się u szympansa w 8%, u goryla w 15%, i u człowieka w 50 65%. Mięsień dwugłowy uda - u niższych ssaków głowa długa



Ryc. 2.1.24. Mięsień piersiowy: A - pawiana, B — człowieka

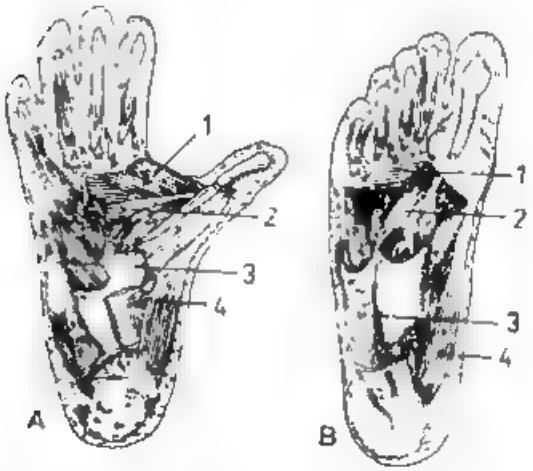


Ryc. 2.1.25. Mięsień skośny brzucha zewnętrzny: A — smuklucha, B — człowieka



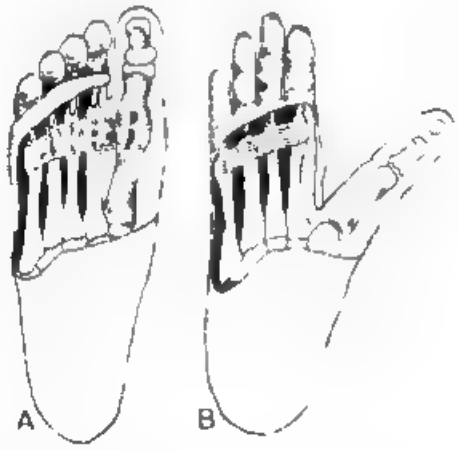
Ryc. 2.1.26. Różnice umięśnienia kończyny dolnej szympansa i człowieka (wg Napiera)

tego mięśnia stanowi część mięśniówki zginaczy goleni, a krótka pochodzi z mięśniówki pośladków (długi wąski *m. tenuissimus*). U człekokształtnych pierwotnie samodzielne jednostki łączą się, co najdalej posunięte jest u człowieka. Mięsień piszczelowy przedni podzielony u większości małp, u człowieka jest pojedynczy. Szczątkowym mięśniem u wyższych naczelnych jest mięsień podeszwowy, który występuje u małp ogoniastych w 100%, u człowieka w 86 - 93%, u szympansa w 43%, orangutana w 3%, brak go natomiast u goryla i gibbona. U małpiatek mięsień ten pełni funkcję zginacza goleni. Występujący u licznych naczelnych mięsień



Ryc. 2.1.27. Mięśnie podeszwowe stopy: A — goryla, B — człowieka

1, 2 — głowy poprzeczna i skośna m. przywodziciela palucha, *3, 4* — m. m. odwodziciela palca małego i palucha

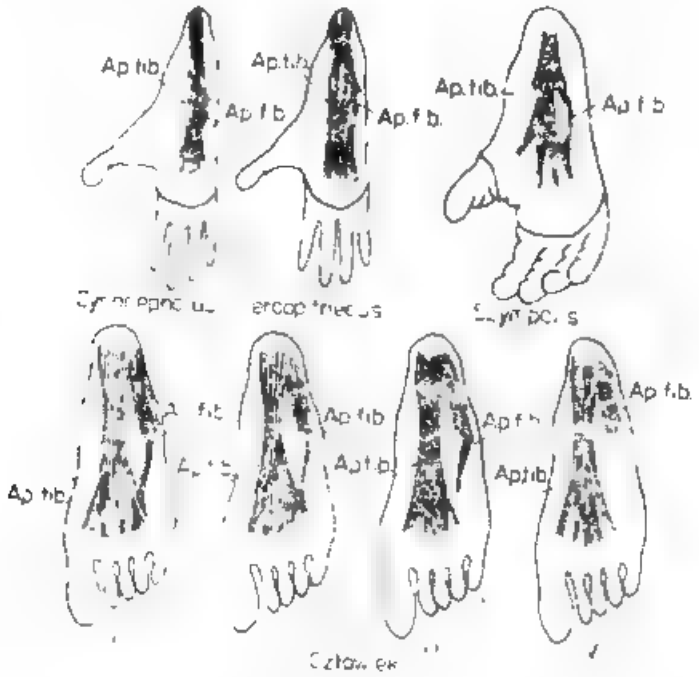


Ryc. 2.1.28. Stopa: A — człowieka, B — szympansa

Więzadło poprzeczne głębokie śródstopia u szympansa obejmuje 4, a u człowieka 5 palców

przeciwstawiacz palucha nie występuje u człowieka, zaś nowy jest mięsień czworoboczny podeszwy stwierdzany u goryla w 28%, u orangutana w 46%, szympansa w 50% i u człowieka w 100%.

Zmienione właściwości lokomocji spowodowały u człowieka silny wzrost masy mięśni pośladkowych przywodzących i prostujących udo (np. m. czworogłowy uda). Ciężar prostowników kolana jest u człowieka dwa razy większy niż u orangutana, u którego stanowią one około 12% całego ciężaru umięśnienia nogi, podczas gdy u człowieka około 25%. Silnie rozwinęły się u człowieka mięśnie goleni, np. trójgłowy łydki, płaszczkowaty i strzałkowy trzeci. Nastąpiło też silne wydłużenie ścięgna piętowego Achillesa oraz wybitne poszerzenie rozcięgna szerokiego (*fascia*



Ryc. 2.1.29. Rozcięgno stopowe małp i człowieka
Ap. fib. — rozcięgno strzałkowe, *Ap. tib.* — rozcięgno piszczelowe

lata), które wzmacnia wzajemne położenie mięśni uda — u małp brak jest tego rozcięgna lub jest ono bardzo słabe. Duża zmienność mięśni jaką spotykamy u człowieka tylko w części da się tłumaczyć z punktu widzenia filogenezy.

Weidersheim podał klasyfikację odmian mięśniowych według pochodzenia od form niższych, wyróżniając:

1 formy regresywne, które są u człowieka słabo rozwinięte, jak mięśnie ogonowe, małżowiny usznej, mięsień stożkowaty, dłoniowy długi i podeszwowy. Są to mięśnie szczątkowe będące być może na drodze zupełnego zaniku;

2 formy atawistyczne występujące jako nieprawidłowość, np. mięsień mostkowy, pęczki łączące mięśnie czworoboczny z mostkowo-obojczykowo-sutkowym — formy, które występowały u przodków człowieka jako prawidłowość;

3 — formy progresywne, pozwalające w pewnym stopniu przewidywać zmiany jakim ulegną w przyszłości mięśnie danej okolicy ciała — niestałe mięśnie kciuka, dodatkowe pęczki mięśni wyrazowych twarzy.

Układ oddechowy

W filogenezie zachodził powtarzany w ontogenezie człowieka proces zstępowania organów szyi i tułowia. Zaznacza się to m. in. procesem zstępowania krtani od niższych do wyższych naczelnych, tak że człowiek ma ją położoną przeciętnie o trzy kręgi niżej niż małpy niższe. Równolegle do tego szyja staje się krótsza i staw między chrząstką tarczową a kością gnykową ulega rozluźnieniu.

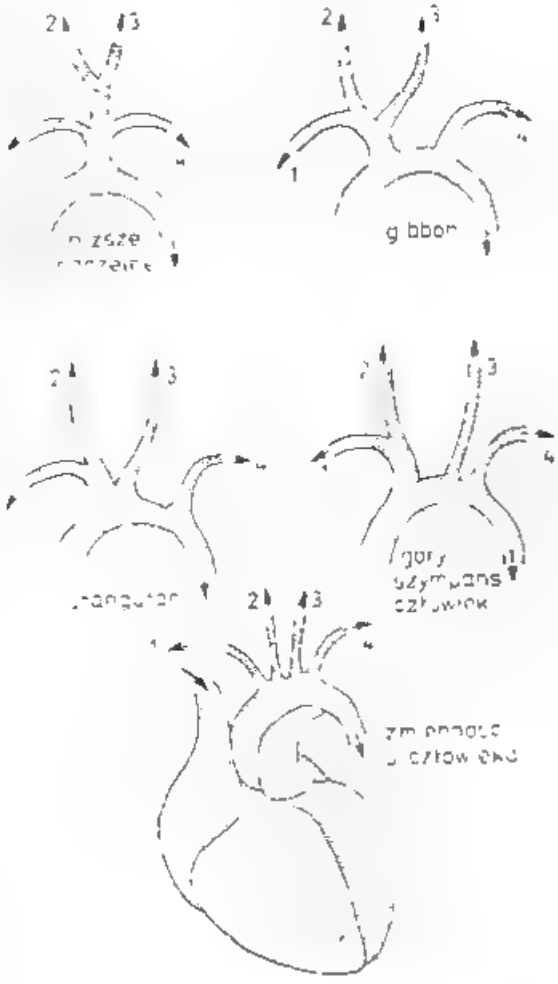
Nowy u człowieka jest mięsień napinający struny głosowe. Stopniowe przybieranie coraz bardziej wyprostnej postawy naczelnych stanowi też przyczynę redukcji płata podsercowego płuc. Płatowość płuc zaciera się u tych form, które cechuje beczkowata klatka piersiowa, np. u człowieka płuca są słabiej podzielone u pykników niż u osób o budowie leptosomicznej.

Układ naczyniowy

W stosunku do małp, u człowieka nastąpiło na skutek spłaszczenia klatki piersiowej dalsze poszerzenie serca w stosunku do grubości i obniżenie jego położenia oraz przesunięcie w lewo od linii środkowej ciała. Łuk aorty i odchodzące od niego naczynia wykazują znaczne zmiany w filogenezie, które dość dokładnie powtarzają się w rozwoju osobniczym człowieka. Wśród licznych zmienności występujących w odchodzących od łuku aorty tętnicach, u naczelnych i człowieka najczęściej realizują się następujące typy:

1 — od łuku aorty odchodzą dwa wielkie naczynia: tętnica podobojczykowa lewa i pień ramienno-głowowy rozgałęziający się na tętnicę podobojczykową prawą, szyjną prawą i lewą. Typ ten występuje u lemurów, u małp ogoniastych, u gibbona i orangutana, rzadko u człowieka (około 10%);

2 — od łuku aorty odchodzą trzy tętnice: podobojczykowa lewa, szyjna lewa i pień



Ryc. 2.1.30. Podział układu tętnic odchodzących od aorty u naczelnych

1 — t. podobojczykowa prawa, *2* — t. szyjna prawa, *3* — t. szyjna lewa, *4* — t. podobojczykowa lewa

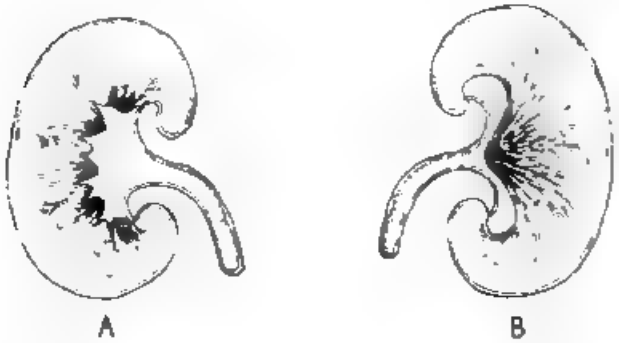
ramienno-głowowy dzielący się na tętnicę podobojczykową prawą i szyjną prawą. Typ ten występuje zawsze u szerokonosych, u człowieka w 90%, u goryla w 88% i u szympansa w 79%;

3 — od łuku aorty odchodzą cztery tętnice: podobojczykowa prawa i lewa, szyjna prawa i lewa. Typ ten występuje u człowieka bardzo rzadko.

U niższych ssaków na przedramieniu występuje jedna tętnica międzykostna. U małp silnie rozwija się tętnica pośrodkowa stanowiąc u lemurów główne naczynie przedramienia. Pojawiające się u małp tętnice: promieniowa i łokciowa odchodzą wysoko na ramieniu i dopiero u człowieka stają się głównymi naczyniami, podczas gdy tętnice: międzykostna i pośrodkowa stają się naczyniami podrzędnymi. Tak więc u człowieka zwiększanie funkcji kończyny górnej doprowadziło do lepszego jej unaczynienia, zwłaszcza zaś samej ręki — wytworzenie łuków tętniczych dłoni (głęboki i powierzchowny). W kończynie dolnej obserwujemy u człowieka zjawisko odmienne niż w górnej, tj. zmniejszenie liczby i wielkości wielu naczyń, co dotyczy głównie tętnic: głębokiej uda, okalającej bocznej i przyśrodkowej, które jeszcze u lemurów stanowią samodzielne odgałęzienie tętnicy udowej. Z innych zmian można odnotować u człowieka rozwój tętnic pośladkowych, tętnicy strzałkowej, tętnicy piszczelowej przedniej i tylnej i tętnicy podeszwowej bocznej oraz zanik tętnicy odpiszczelowej.

Układ moczowo-płciowy

Nerka u niższych małp położona jest niżej niż u człowieka i człekokształtnych, u których w przeciwieństwie do pozostałych naczelnych nie lewa, lecz prawa nerka jest położona niżej o około 1,2 1 kręgu. Lemury i niektóre inne małpy posiadają nerkę jednopłatową z jedną brodawką uchodzącą do miedniczki nerkowej, a zewnętrzna powierzchnia nerki jest bez bruzd. Typ nerki wielopłatowej, w której płaty są całkowicie oddzielone lub częściowo zrośnięte, a brodawki nerkowe uchodzą do odrębnych kielichów, pojawia się u człekokształtnych, przy czym u większości człekokształtnych i u człowieka zraziki są tak silnie ze sobą zrośnięte, że na powierzchni nerki nie ma śladów bruzd oddzielających poszczególne płaty. Istota rdzeniowa nerki wykazuje jednak podział na piramidy oddzielone od siebie kolumnami i kończące się brodawkami w odpowiednich kielichach nerkowych, silnie za-



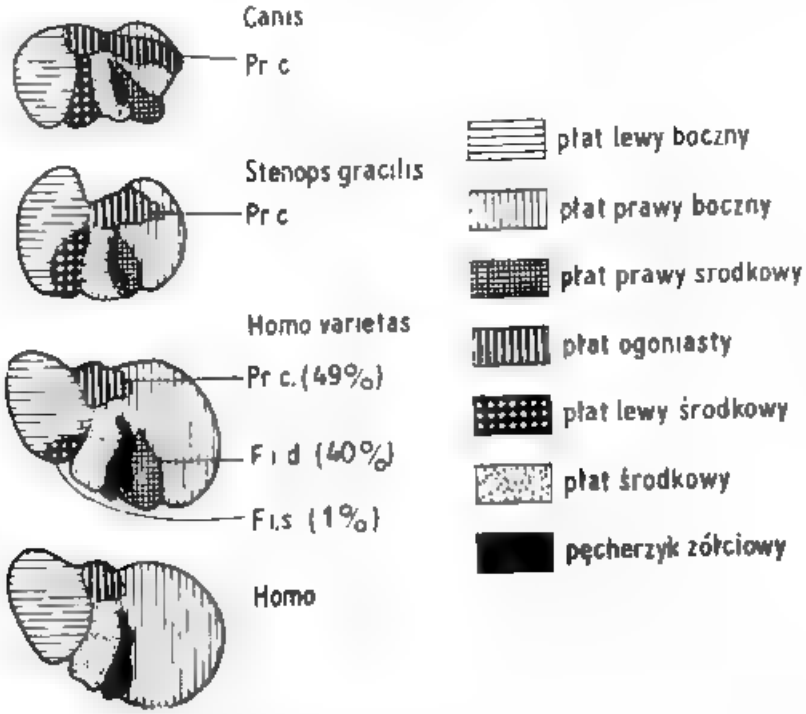
Ryc. 2.1.31. Budowa nerki: A — wielobrodawkowej (szympans i człowiek) i B — jednobrodawkowej (goryl, orangutan)

głębiających się w miąższ nerki. Liczba brodawek wynosi u gibbona i goryla 1 - 4, u szympansa 1 - 7, u człowieka przeciętnie 6 (w granicach 3 - 20). Pęcherz moczowy z wydłużonego dogłowowo i wystającego nad spojenie łonowe u małp, obniża się do poziomu spojenia i poszerza u człowieka. U wyraków i lemurów macica jest dwurożna. U wyższych naczelnych i u człowieka jest ona pojedyncza. W stosunku do małp ujście pochwy człowieka wykazuje pewne różnice, jak np. silniejszy rozwój warg sromowych mniejszych, pojawienie się warg sromowych większych i rozwój błony dziewiczej. Wewnątrz prącia lemurów i niektórych małp w tkance włóknistej występuje chrząstka lub kość prącia (*os priapi*), która u człekokształtnych znajduje się w stanie szczątkowym (rzadko pojawia się u człowieka), co powoduje przemianę formy prącia wzniesionego w formę zwisową.

Pewne odmienności anatomiczne zachodzące między człowiekiem a innymi naczelnymi występują również w pozostałych układach.

Układ trawienny

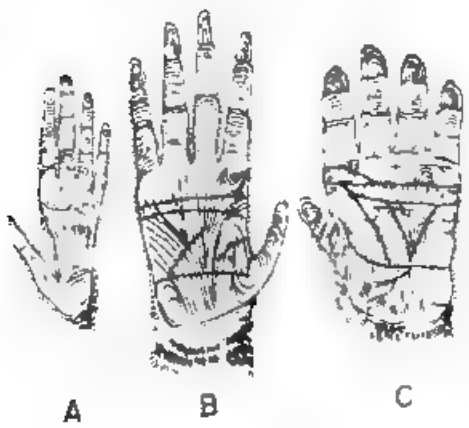
U wielu naczelnych następuje redukcja liczby i wyrazistości fałdów podniebiennych, co szczególnie dotyczy człowieka. Od niższych do wyższych naczelnych brodawki językowe grzybowate, a zwłaszcza okolone i liściaste wykazują coraz większe zróżnicowanie morfologiczne. Wzrasta liczba brodawek okolonych i liściastych oraz kubków smakowych, które one zawierają. Układ brodawek okolonych z formy litery V u niższych naczelnych przekształca się stopniowo u wyższych naczelnych



Ryc. 2.1.32. Liczba płatów wątroby człowieka i niektórych ssaków

i u człowieka w formy litery Y i T. U człowieka uległ też redukcji płat lewy wątroby, a tzw. małpie szczeliny dzielące oba płaty na boczny i środkowy pojawiają się sporadycznie. Pęcherzyk żółciowy w filogenezie naczelnych zstępuje w stosunku do wątroby i ulega znacznemu poszerzeniu, co znajduje powtórzenie w ontogenezie człowieka. Od niższych do wyższych naczelnych stopniowemu wyodrębnieniu od jelita ślepego ulega wyrostek robaczkowy.

W innych układach warte podkreślenia są np. przemiany dotyczące gruczołu tarczowego, który z cylindrycznie wydłużonego i prawie symetrycznego u lemurów, stopniowo się skręca i grubieje uzyskując u człekokształtnych i u człowieka połączenie obu płatów węziną. Proces skracania się kręgosłupa w szeregu naczelnych powoduje przesuwanie się w kierunku doczaszkowym początków nerwów rdzenio-



Ryc. 2.1.33. Bruzdy zgięciowe (*lineae flexoriae*) i listewki skórne (*lineae papillares*) na powierzchni wewnętrznej rąk antropoidów: A — gibbon, B — orangutan, C — goryl

wych, nerwów splotu lędźwiowego, nerwu przeponowego i trzewnego większego. Zwoje pnia współczulnego w części lędźwiowej układają się u niższych naczelnych metamerycznie i symetrycznie, a u człekokształtnych i u człowieka układ ich jest nieregularny, a ich liczba jest z zasady mniejsza niż liczba kręgów. W owłosieniu u człekokształtnych pojawiają się rzęsy przypominające położeniem włosy dotykowe innych ssaków, natomiast specyficznie ludzkim tworem są brwi. Człowieka w sto-

Ryc. 2.1.34. Listewki skórne palców: A — lemura, B - E — wąskonosych, F — gibbona, G — człowieka

sunku do innych naczelnych cechuje silna redukcja owłosienia ciała. Komplikacji ulegają listewki skórne dłoni i stóp oraz członów palców. Listewki te są zaopatrzone w wielką liczbę zakończeń nerwowych, które pozwalają na subtelne reagowanie na bodźce dotykowe.

Opisane wyżej oraz inne jeszcze różnice są wynikiem dostosowywania się do zmian zachodzących w funkcji, w tym przypadku dostosowania się do wyprostnej postawy i dwunożnej lokomocji, do podjęcia świadomej pracy i przekształcenia się

człowieka w istotę społeczną. Badania i opis tych różnic w budowie anatomicznej naczelnych ma duże znaczenie dla wyświetlenia procesu antropogenezy. Znaczenie także posiadają różne formy organów szczątkowych oraz formy atawistyczne, typowe dla zwierząt niższych, które u człowieka pojawiają się rzadko.

Próby ewolucyjnej klasyfikacji cech morfologicznych

Niektórzy autorzy np. K. Stołyhwo, a zwłaszcza E. Loth normy morfologiczne człowieka oraz odmiany morfologiczne różnych cech określali na podstawie rozwoju filogenetycznego poszczególnych układów i narządów, dzieląc je na postępowe i wsteczne. Przyjęli oni hipotezę transformizmu, to jest stopniowego różnicowania się cech morfologicznych, od wspólnych praform, różnicowania się w różnych kierunkach w zależności od charakteru specjalizacji.

Loth wyróżnił ze względu na pochodzenie sześć typów odmian w budowie morfologicznej człowieka.

1. Paleogeniczne (zoomorficzne) - pochodzące od wspólnej, wyjściowej praformy kręgowców. Nieliczne z tych cech uchodzą za normalne — ślady metamerii w układzie kostnym, mięśniowym, krwionośnym i nerwowym. Niekiedy są to nieszkodliwe unikaty, lecz najczęściej są to odmiany niekorzystne dla ustroju, np. brak przegród między przedsionkami czy komorami serca, niedomykanie się zastawek, połączenie tętnicy płucnej z aortą, brak środka ścięgnistego przepony (przepuklina przeponowa), szczątkowe pozostałości kanalików pranercza tworzące przyjądrza czy przyjajniki, z których często tworzą się guzy i torbiele. Należą tu także rozszczepy podniebienia, brak spoidła wielkiego tzw. ciała modzelowatego mózgu itp.

2. Mammalogeniczne — wywodzące się od wspólnego pnia ssaków, których liczba jest większa od poprzednich i są one dla ustroju raczej obojętne z wyjątkiem np. ucisku dodatkowego żebra szyjnego na nerwy splotu barkowego, rozszczepu wargi, trudności połogowych kobiet z dwudzielną macicą, przepukliny pachwinowej, wnętrostwa, nieoczekiwanych odmian tętnic (np. brak tętnicy promieniowej).

3. Pitekogeniczne — pojawiające się u naczelnych stanowiące dowód istnienia szczebla pitekogenicznego rozwoju człowieka — ważne dla poznania rodowodu.

4. Antropogeniczne — grupa cech wspólnych człowiekowi i człekokształtnym, dotyczą one większości organów i licznych szczegółów; między innymi jest to rowek przednosowy pod dolnym brzegiem otworu gruszkowatego, rowek dwubrzuścowy na żuchwie, kręg szczytowy z otworem dla tętnicy kręgowej, redukcja kręgów ogonowych, występowanie mięśnia poprzecznego podbródka i mięśnia mostkowego, trzecia głowa mięśnia dwugłowego ramienia, skłonność zanikowa mięśnia dłoniowego, wydłużenie ścięgna piętowego Achillesa, przewaga rozwoju tętnicy podeszwowej zewnętrznej nad wewnętrzną, wytworzenie nosa kostnego itp.

5. Eugeniczne — właściwe tylko człowiekowi, stanowiące o jego gatunkowej odrębności. Są to zwykle znamiona drobne. Do nich można zaliczyć rozwój sklepienia czaszki, zmniejszenie się grubości tego sklepienia, profilizacja twarzy, bródka,

krzywizny kręgosłupa, rozdwojenie wyrostków kolczystych kręgów szyjnych, promontorium, wydłużenie powierzchni uchowatych kości krzyżowej, wysklepienie stopy, rozwój mięśni mimicznych, występowanie czerwieni wargowej, skrócenie i cofnięcie języka i wiele uprzednio omówionych właściwości anatomicznych człowieka. Z reguły są to udoskonalone cechy antropogeniczne.

6. Progeniczne — cechy rzadkie, które mogą stanowić podstawę do wnioskowania o ich dalszej ewolucji. Są to cechy nieliczne, jak: występowanie dwu smug ścięgnistych mięśnia prostego brzucha, połączenie sześciu żeber z mostkiem, redukcja górnych drugich siekaczy, dolnych drugich przedtrzonowców i trzecich zębów trzonowych.

Oprócz filogenetycznego podejścia do problemów zmienności budowy anatomicznej człowieka czy do kwestii „norm" morfologicznych, dużą zasługą E. Lotha było zapoczątkowanie i rozpropagowanie idei badań różnic w częstości występowania odmian w cechach budowy anatomicznej (zwłaszcza mięśni) u różnych ras i populacji ludzkich. Populacyjne podejście do problemów anatomii człowieka, następnie wprowadzenie metod antropometrycznych, stanowiących liczbową ilustrację opisów morfologicznych, stworzyło nowe możliwości rozwoju anatomii i ściślej powiązało ją z antropologią.

Rozdział drugi

Zróżnicowanie cech budowy somatycznej człowieka

Już Hipokrates nazwał człowieka organizmem nieskończonej zmienności, bez której istnienie chorób byłoby niemożliwe. Za K. Darwinem uznano, że zmienność stanowi niezbędny czynnik ewolucji. J. S. Huxley zauważył, że człowiek jako jednostka biologiczna posiada większą zmienność indywidualną niż zwierzęta. Zjawisko zmienności człowieka odgrywa znaczną rolę w jego biologii. Większość ludzi mieści się w granicach norm rasowych, morfologicznych, fizjologicznych czy biochemicznych tylko większością cech, natomiast każdego człowieka cechują różnorodne odchylenia od normy cech jednostkowych.

Zmienność i odchylenia budowy anatomicznej ze względu na ich filogenezę omówiliśmy w zarysie w rozdziale 1. Warto jednak nadmienić, że często zmienność ta pozostaje w związku z odchyleniami fizjologicznymi i biochemicznymi, które między innymi warunkują zjawiska odpornościowe ustroju. Mimo znacznego rozwoju zainteresowań tą problematyką, twórczo rozwiniętą przez E. Lotha, dotychczas niewiele jeszcze wiadomo o tych zmiennościach.

Posiadamy również niewiele wiadomości dotyczących zmienności budowy mózgu i jej wpływu na człowieka. Według K. S. Lashleya pewne odchylenia struktury mózgu są skorelowane z jego zaburzeniami czynnościowymi, które mają charakter dziedziczny. Już w chwili urodzenia osobnicy różnią się od siebie szczegółami budowy mózgu — różną liczbą, rozmiarami i rozmieszczeniem komórek nerwowych. Niestety, normalna zmienność elementów budowy mózgu nie jest jeszcze dostatecznie poznana z wyjątkiem ciężaru i objętości. Jeszcze słabiej poznane są zagadnienia dziedziczności struktury i czynności układu nerwowego. Zmienność układu nerwowego dotyczy też np. rdzenia kręgowego, który kończy się zmiennie na przestrzeni 3 kręgów, przeciętnie jednak na wysokości II kręgu lędźwiowego. Zmienna też jest liczba nerwów rdzeniowych (30 - 33 pary), czasem występuje również 3 nerw trzewny. Zmienność dotyczy również liczby rozgałęzień i rozmieszczenia zakończeń nerwowych, co przy różnicach w budowie układu krążenia powoduje indywidualne reakcje i wrażliwość na zimno, dotyk, ból czy łaskotliwość. W układzie pokarmo-

wym wykazano np., że nawyk wolnego jedzenia może pozostawać w związku z małymi wymiarami przełyku. W ścisłym związku z wielkością żołądka pozostaje czas jego opróżnienia. Różnice w ukształtowaniu okrężnicy (poprzecznicy) warunkują odmienność defekacji, zaś różnice ukształtowania ujścia przewodu wątrobowego i trzustkowego do dwunastnicy warunkują często sprawność trawienia i wchłaniania pokarmów. Nie bez znaczenia dla procesów trawienia, wchłaniania i przemiany materii jest zmienność wielkości i kształtu wątroby.

Zmienność anatomiczna wielkości serca jest związana ze zmiennością czynnościową. Różnice w budowie anatomicznej układu krążenia mają wpływ na przemianę materii, sprawność fizyczną i umysłową, na stan zdrowia. Różnice w budowie i wielkości układu oddechowego (wielkość płuc) warunkują różnice w objętości powietrza oddechowego czy liczbę oddechów, natomiast różnice w budowie i wielkości zatok przynosowych warunkują ich sprawność. Przytoczone tu przykłady zmienności dotyczą zwłaszcza cech morfofunkcjonalnych, poniżej zaś omówimy pokrótce te, które wiążą się z płcią i konstytucją.

Dymorfizm płciowy

Pojęciem dymorfizmu płciowego określa się dwukierunkowe przeobrażenia cech budowy morfologicznej człowieka, które zależne są od płci. Dymorfizm płciowy jest uwarunkowany genetycznie. Obecność chromosomów płciowych *XX* osobnik żeński i *XY* osobnik męski warunkuje związaną z płcią wybiórczą wrażliwość struktur komórkowych, narządów i układów anatomicznych na działanie hormonów płciowych — estrogenów u kobiet i testosteronu u mężczyzn. Oczywiście dymorficzne przeobrażenia poszczególnych układów czy narządów zachodzą w różnym stopniu. Różnice w budowie ciała związane z płcią wynikają z różnego fizjologicznego przeznaczenia kobiety i mężczyzny w procesie przedłużania gatunku. Dymorfizm płciowy w chwili urodzenia człowieka jest mały i dla wymiarów ciała łącznie z ciężarem wynosi on około 2 - 3%. Cechy dymorficzne kształtują się wyraźniej w okresie pokwitania i u dorosłych ludzi dla wymiarów ciała dochodzą do około 8%. W rozwoju płci wyróżnia się fazę genetycznej determinacji płci w momencie zapłodnienia jaja przez plemnik z chromosomem *Y* — męski bądź z chromosomem *X* — żeński oraz fazę różnicowania się cech płci pod wpływem działania hormonów, które warunkują rozwój gonad w kierunku męskim lub żeńskim. W 7 tygodniu życia wewnątrzmacicznego z obupłciowego zawiązka zwanego pragonadą rozwijają się jądra bądź jajniki, co pozostaje w związku z kariotypem *46XY* lub *46XX*. Wydzielanie hormonów (zwłaszcza przez część gruczołową jąder) stanowi o rozwoju gonad. Jądra produkują hormony sterydowe zwane androgenami (głównie testosteron), natomiast jajniki produkują estrogeny. Zewnętrzne narządy płciowe pojawiają się około 5 miesiąca życia wewnątrzmacicznego. Gdy brak jest gonad rozwój osobnika przebiega w kierunku płci żeńskiej. Hormony płciowe wpływają na róż-

nicowanie się narządów płciowych i ich rozwój, a także na procesy zróżnicowania i wzrastania całego ustroju. Androgeny zwalniają tempo dojrzewania układu kostnego i mięśniowego. Hormony te produkuje kora nadnerczy, a w okresie dojrzewania u osobników męskich jądra, co stanowi o nasilających się w tym czasie różnicach dymorficznych szkieletu i mięśni. Estrogeny produkowane przez jajniki są odpowiedzialne za typowy dla kobiet rozwój miednicy, piersi, odkładanie się tkanki tłuszczowej, za specyfikę przemiany materii czy w końcu za większą odporność kobiet na niektóre choroby np. zawał serca.

W praktyce wyróżnia się cechy płci pierwszo-, drugo-, trzecio-, a nawet czwartorzędowe.

Pierwszorzędowe cechy płciowe (płeć gonadalna) są zdeterminowane przez chromosomy płciowe wchodzące w zestaw zygoty, co warunkuje rozwój wewnętrznych i zewnętrznych narządów płciowych oraz dróg wyprowadzających.

Drugorzędowe cechy płciowe (płeć somatyczna) stanowią zespół różnic morfologicznych (somatycznych i czynnościowych) różniących mężczyznę i kobietę. Cechy te rozwijają się pod wpływem hormonów płciowych i dotyczą różnic proporcji budowy, umięśnienia, budowy kośćca, krtani, owłosienia, barwy głosu itp.

Trzeciorzędowe cechy płciowe (płeć fenotypowa) uwarunkowane są podobnie jak drugorzędowe czynnikami wewnątrzwydzielniczymi, lecz w większym stopniu podlegają one wpływom środowiska. Płeć fenotypowa ostatecznie kształtuje się w okresie dojrzewania. Do cech trzeciorzędowych zalicza się też objawy zachowań seksualnych związanych z instynktem płci.

Czwartorzędowe cechy płciowe są to cywilizacyjno-kulturowe czynniki wzmacniające cechy płci. Zalicza się tu różnice formy językowej on–ona, arbitralnie ustalone cechy ubioru, czesania włosów, wyboru zabawek, sportu, rozdziału form pracy. W sferze zachowań i psychiki podkreśla się instynkt opiekuńczy i odwagę mężczyzn oraz kokieterię, czułość i wstydliwość kobiet. Cechy te zostały wypracowane w rozwoju historycznym grup ludzkich i oddziaływują na ludzi od momentu urodzenia.

Dla różnych celów teoretycznych i praktycznych wyodrębniono różne pojęcia płci. Płeć nie jest więc pojęciem tak jednolitym jak to przyjęło się powszechnie uważać. Na pojęcie to składają się różne czynniki. Kryteria określające płeć są następujące:

1. Płeć chromosomalna zależna od zestawu chromosomów płciowych.

2. Płeć chromatynowa — określa ją obecność lub brak ciałek Barra w jądrach komórek. Płeć chromosomalna i chromatynowa stanowią o płci genetycznej.

3. Płeć gonadalna zależy do formowania się typu gonady jądra bądź jajnika.

4. Płeć hormonalna jest uwarunkowana jakością i ilością wydzielanych hormonów płciowych determinujących rozwój pierwszo-, drugo-, i trzeciorzędowych cech płciowych. Płeć hormonalna może być określana od okresu dojrzewania na podstawie wydzielania hormonów płciowych. Wysoki poziom 17-KS w moczu wyznacza płeć męską, zaś estrogenów — płeć żeńską.

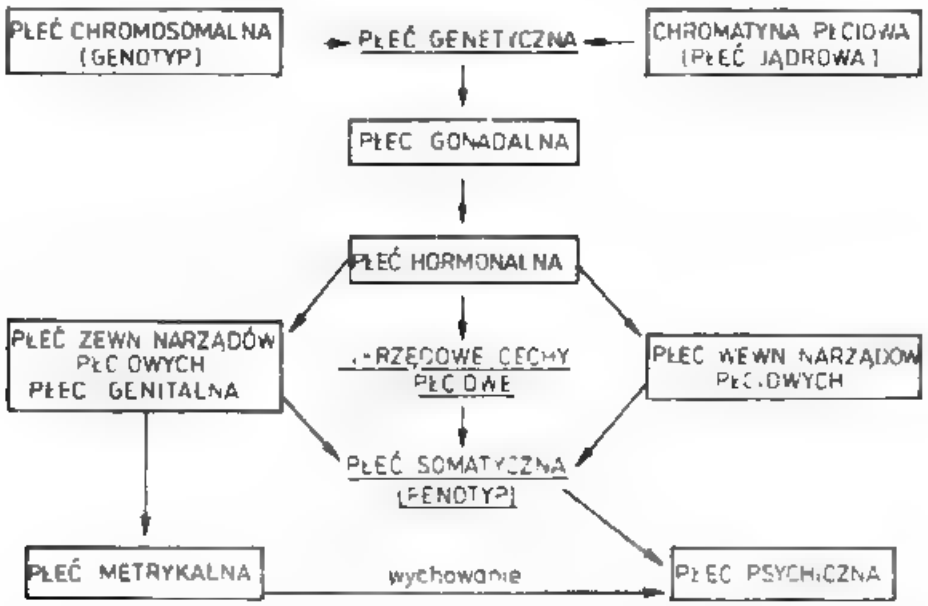
5. Płeć somatyczna jest określana rozwojem zewnętrznych i wewnętrznych narządów płciowych oraz cech trzeciorzędowych.

6. Płeć metrykalna, którą ustala się po urodzeniu na podstawie cech płci somatycznej (genitalnej).

7. Płeć psychiczna jest raczej nabytym w rozwoju osobniczym poczuciem przynależności do płci i orientacją psychoseksualną.

U prawidłowo rozwiniętego osobnika występuje zgodność wymienionych kryteriów, zaś ich niezgodność choćby w jednym z kryteriów stanowi o zaburzeniu różnicowania płci, które określamy jako interseksualizm.

Dla antropologii szczególne znaczenie posiadają różnice w cechach budowy ciała mężczyzn i kobiet. Pod względem wymiarów ciała i jego ciężaru dymorfizm płciowy u człowieka zaznacza się słabiej niż np. u goryla czy orangutana. Nato-



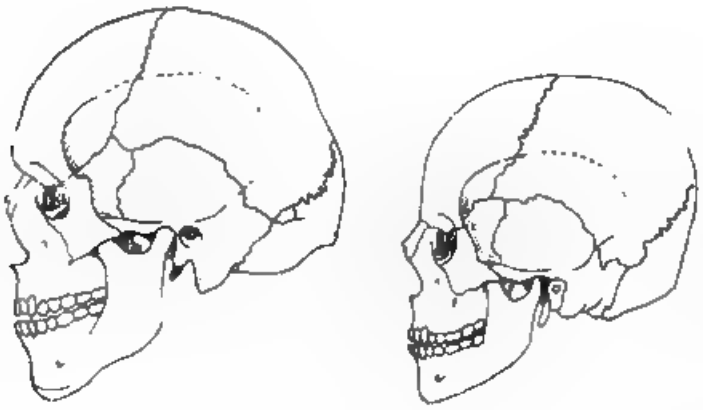
Ryc. 2.2.1. Kryteria określające płeć człowieka i ich powiązania (wg Michałkiewicza i Barona)

miast silniejsze są u człowieka różnice w owłosieniu ciała, w rozwoju tkanki tłuszczowej i gruczołów mlecznych. Charakter rozrodu i budowa morfologiczna narządów rodnych jest u człowieka i innych naczelnych podobna. Różnice około 2 lat w dojrzewaniu mężczyzn i kobiet warunkujące wcześniejsze zakończenie rozwoju kobiet stanowią o ich niższym wzroście. Przeciętnie różnice te dochodzą do około 6 - 8% i w wartościach bezwzględnych wynoszą około 8 - 10 cm. Przeciętnie kobiety są również o około 8 kg lżejsze od mężczyzn. Te odmienności w budowie w różnych populacjach ludzkich wykazują pewne odrębności. Często uważa się to za przejaw różnic rasowych czy też niekiedy społecznych związanych z pozycją kobiet w społeczeństwie.

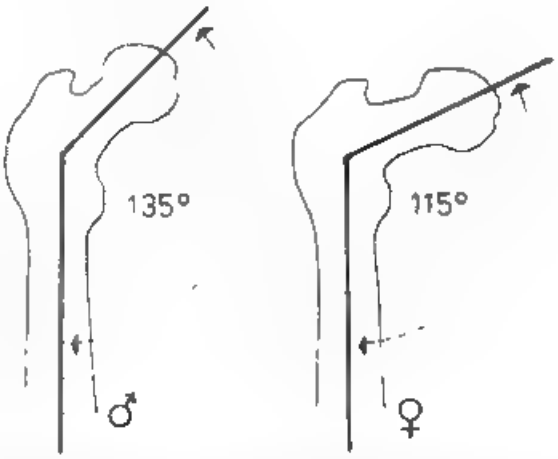
Niektórzy badacze przyjmują, że można wyróżnić dwa skrajne typy morfologiczne sylwetki — skrajnie męski i skrajnie żeński. Pierwszy z nich odznacza się silną budową górnych części ciała, dużą głową z wystającym profilem twarzy, silnym karkiem i obręczą barkową, wąskimi biodrami. Typ skrajnie żeński posiada proporcje odwrotne: mała delikatna głowa, wąskie barki, szerokie biodra. Ogólnie mniejsza wysokość ciała, bardziej zaokrąglone kształty, proporcje kończyn i tu-

łowia cechujące długi tułów w stosunku do kończyn, znaczniejsze otłuszczenie itp. powodują, że kobiety posiadają cechy budowy bardziej infantylne.

Dymorfizm płciowy cech morfologicznych wykazuje jednak dość znaczną zmienność międzyosobniczą — wyrazistość drugorzędnych cech płciowych przejawia się w różnym nasileniu i u różnych osobników w jednych cechach bardziej, w innych mniej. Również dość znaczne różnice mogą wykazywać pod tym względem różne populacje. Występujące niekiedy pewne znamiona maskulinizacji cech budowy dziewcząt czy kobiet określa się terminem wirilizm. Wirilizacja budowy przejawia się zwykle w hirsutyzmie, przeroście łechtaczki, w męskich proporcjach budowy ciała, w przeroście krtani i maskulinizacji głosu. Wirilizacja może być efektem zażywania leków hormonalnych, np. przez matkę w okresie ciąży. Różnice płciowe szkieletu wyrażają się przeciętnie słabszą, delikatniejszą budową, mniejszymi rozmiarami i mniejszym ciężarem kości u kobiet. Czaszka u mężczyzn jest większa, posiada większą pojemność — 1500 cm³, gdy u kobiet średnio 1300 cm³. Czaszkę męską cechują bardziej wyraźne miejsca przyczepów mięśni wyrazistsze są kresy skroniowe, karkowe i guzowatość potyliczna zewnętrzna. Dla czaszek męskich charakterystyczny jest większy wyrostek sutkowaty, wydatniejsze łuki brwiowe, bardziej pochylone czoło, słabiej zaznaczone guzy czołowe i ciemieniowe, niższe oczodoły, bardziej na zewnątrz wywinięte kąty żuchwy z bardziej zaznaczonymi guzowatościami żwaczowymi. Większa jest u mężczyzn szczęka, żuchwa i zęby. Morfologicznie czaszka kobiet jest bardziej podobna do czaszki dziecięcej. Również inne kości szkieletu wykazują różnice dymorficzne. Wcięcie bloczkowe kości łokciowej jest u mężczyzn przedzielone wyraźną bruzdą poprzeczną, która u kobiet jest słabo widoczna. Obojczyk kobiet jest bardziej esowato wygięty, a pierwsze dwa żebra są u nich nieco dłuższe w związku z lepiej wysklepioną klatką piersiową. U mężczyzn kąt szyjkowo-trzonowy kości udowej jest bardziej rozwarty, a ze zjawiskiem tym wiąże się większa u nich na ogół rozbieżność nóg w stawie kolanowym. Dużą wartość diagnostyczną dla określeń płci szkieletu posiadają kości miedniczne. Już w 6 miesiącu życia płodowego wyższa jest okolica spojenia łonowego u płodów

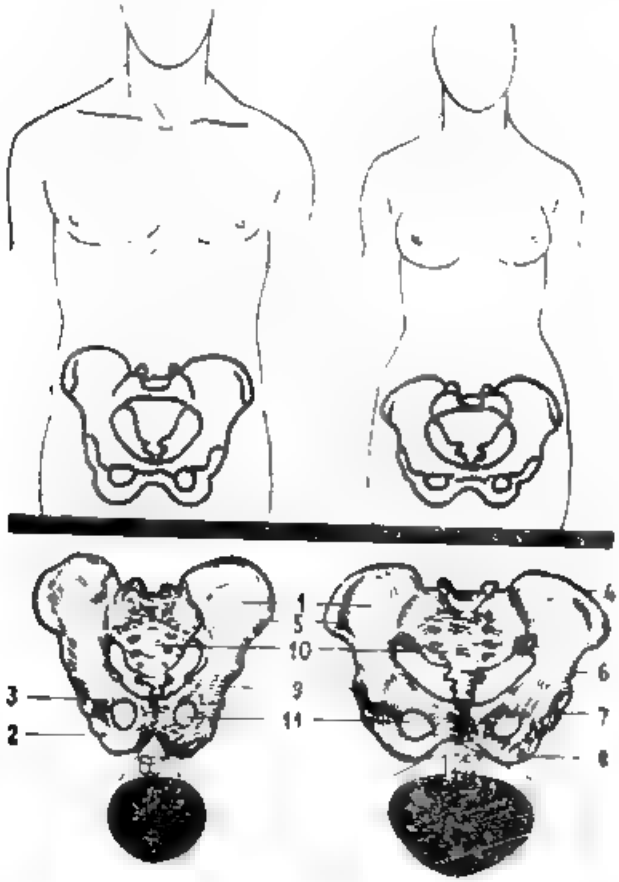


Ryc. 2.2 2. Różnice dymorficzne czaszki

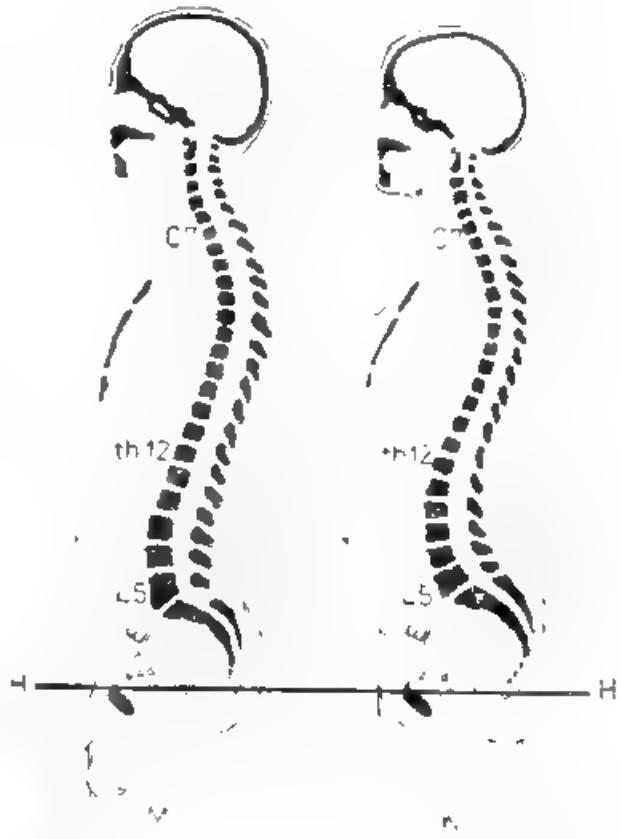


Ryc. 2 2.3. Kąt szyjkowo-trzonowy kości udowej mężczyzny i kobiety

męskich, a otwory zasłonione są u nich owalne, natomiast u płodów żeńskich trójkątne. Cechy te utrzymują się w ciągu całego życia i z wiekiem stają się bardziej wyraźne. Miednica kobiet jest krótsza, szerzej z bardziej na boki rozstawionymi talerzami, wchód miednicy jest wydłużony w kierunku poprzecznym, podczas gdy u mężczyzn jest on owalem wydłużonym w osi strzałkowej. Kąt podłonowy w miednicy żeńskiej jest prosty lub rozwarty, natomiast w męskiej ostry. Silne różnice dymorficzne dotyczą wielu innych cech miednicy, np. wartości wskaźnika kulszowo-



Ryc. 2.2.4. Różnice dymorficzne miednicy
1–11 — główne punkty rożne morfologicznych



Ryc. 2.2.5. Różnice dymorficzne szkieletu osiowego — u kobiet mają bardziej zaznaczone krzywizny kręgosłupa

łonowego, wielkości kolca kulszowego i wcięcia kulszowego większego. Kość krzyżowa jest węższa, dłuższa i bardziej wygięta u mężczyzn niż u kobiet.

Różnice w budowie szkieletu oraz różnice w budowie aparatu stawowo-więzadłowego (luźniejsze u kobiet torebki stawowe i więzadła) warunkują różnice funkcjonalne stawów widoczne podczas wykonywania licznych czynności ruchowych, np. biegu, rzutu. Różnice te wiążą się z większym zakresem ruchów w stawach u kobiet niż u mężczyzn.

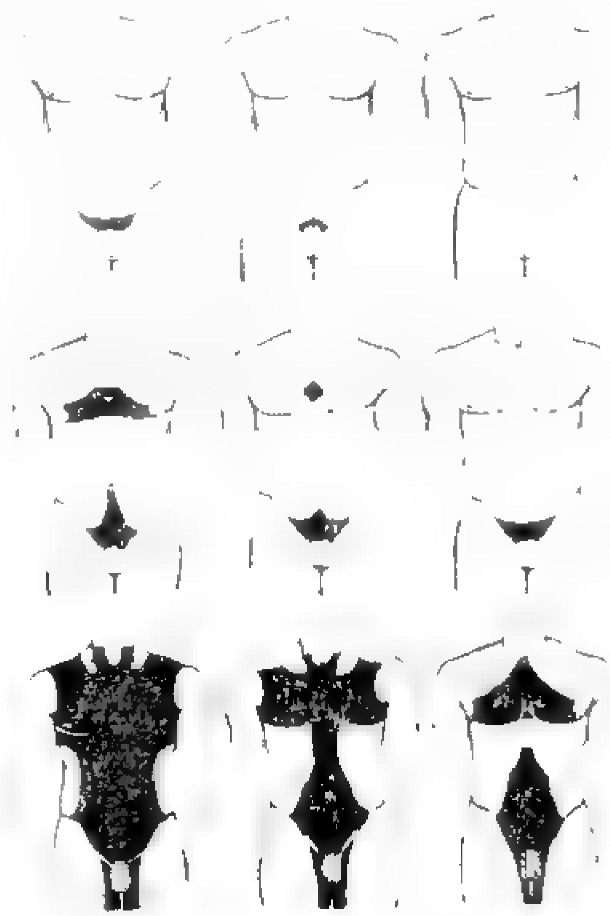
Zewnętrznie widoczne są też odmienności typu owłosienia ciała, a więc brak zarostu twarzy kobiet, trójkątna forma owłosienia wzgórka łonowego, gdy u mężczyzn owłosienie łonowe stopniowo zmniejsza się w kierunku pępka. Inne cechy owłosienia męskiego są następujące: występowanie włosów na wardze górnej, na brodzie, częste owłosienie klatki piersiowej, podbrzusza, przedramion i goleni. Niekiedy rów-

[illegible] owłosione bywają ramiona, uda, pośladki, okolica lędźwiowo-krzyżowa oraz [illegible]y. Włosy u mężczyzn występują również niekiedy na środkowych członach [illegible]ów rąk i stóp oraz na uchu zewnętrznym. W owłosieniu głowy typowe są u [m]ężczyzn kąty czołowe oraz schodzące na kark dwa boczne pasma włosów. U kobiet [illegible] na kark trzy pasma włosów [illegible] występuje dodatkowo pasmo środkowe.

2.2.[illegible] Możliwość ustawienia [illegible] [owł]osienia. V — mężczyzny, Y — k[illegible]

[illegible] się niekiedy u kobiet owłosienie w miejscach typowych dla mężczyzn [illegible] się terminem hirsutyzm. Hirsutyzm I [illegible] męski typ owłosienia [illegible], [illegible] piersiowych i [illegible] górny [illegible] II [illegible] owłosienie podobne jak wyżej oraz [do]datkowo brody i ud; III [illegible] — dodatkowo klatka piersiowa, okolica lędźw[iowo-]krzyżowa, pośladki. Pa[illegible] częstszy jest u córek, które [mo]rfologicznie bardziej podobne są do swych ojców niż do matek.

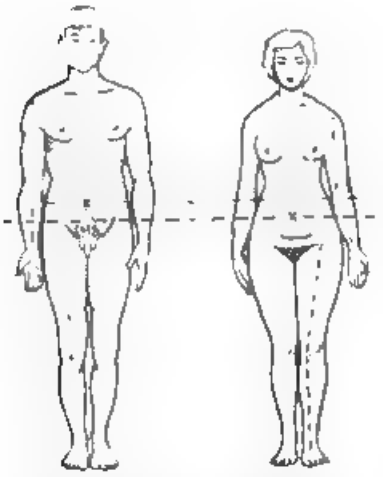
[Ryc.] 2.2.7. Typy zarostu twarzy mężczyzn



[Ryc.] 2.2.8. Typy owłosienia tułowia mężczyzn

U kobiet punkt ciężkości ciała jest położony niżej, kończyny są krótsze w stosunku do tułowia. Różnice dotyczą także odkładania się podskórnej tkanki tłuszczowej, która u mężczyzn gromadzi się głównie wokół obręczy barkowej, gdy u kobiet — biodrowej. Tkanka ta przeciętnie u kobiet stanowi około 24 - 28% ciężaru ciała, zaś mięśnie około 36%, gdy u mężczyzn odpowiednio 15 - 18% i 42%.

Skóra kobiet jest cieńsza i bledsza, włosy i oczy są nieco bardziej pigmentowane. Funkcje rozrodcze kobiety powodują zapewne bardziej beczkowaty kształt klatki



Ryc. 2.2.9. Sylwetka mężczyzny i kobiety z zaznaczeniem różnicy ustawienia przedramienia w stosunku do ramienia, podudzia do uda oraz położenie środka ciężkości ciała

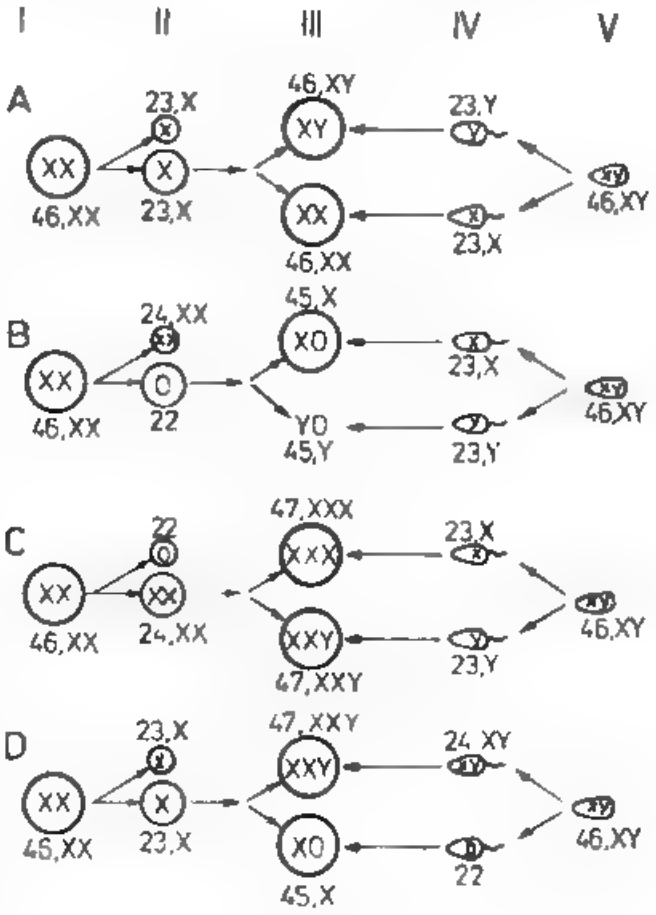
piersiowej i wyżej położoną przeponę przewagę piersiowego toru oddychania nad przeponowym, który cechuje mężczyzn.

Organy wewnętrzne, tarczyca i śledziona, większe są u kobiet, natomiast mniejsza jest u nich niż u mężczyzn krtań (wyższy tembr głosu), wątroba, nerki (leżą o pół kręgu niżej niż u mężczyzn), szerszy i krótszy jest pęcherz moczowy, mniejsze serce i płuca. Mniejsza o około 1000 cm^3 pojemność życiowa płuc, mniejsze o około 10 - 15% serce powodują większą minutową liczbę skurczów serca kobiet (o około 8 - 10). Prócz tego serce kobiet położone jest bardziej poprzecznie niż u mężczyzn. Mniejsza o około 50% siła mięśniowa kobiet, wyższe tętno, mniejsza pojemność płuc powodują, że posiadają one o około 25 - 30% mniejszą zdolność do zaspokajania potrzeb tlenowych podczas wysiłków fizycznych. Różnice dotyczą także wielu wskaźników fizjologicznych -- mniejsza jest u kobiet liczba krwinek, niższa jest przemiana podstawowa w stosunku 141:100, a więc przemiany chemiczne w organizmie zachodzą wolniej niż u mężczyzn, stąd u kobiet jest mniejsze zapotrzebowanie na pokarm. Kobiety cechuje nieco większa odporność biologiczna niż mężczyzn, stąd dłuższe są u nich przeciętne dożywania, mniejsza jest zapadalność na choroby, mniejsza śmiertelność noworodków.

W sferze różnic psychicznych kobiety cechuje bardziej analityczny typ pamięci, mężczyzn zaś cechuje większa wyobraźnia i zdolność kojarzenia oraz syntetyzowania. Nie są to jednak różnice, które przekraczają zakres zmienności tych cech u określonej płci. Właściwe rozwiązywanie problemów równouprawnienia w pracy mężczyzn i kobiet musi jednak uwzględniać istniejące różnice fizjologiczne i psychosomatyczne, determinowane różnymi funkcjami w rozrodzie kobiet i mężczyzn.

Zaburzenia rozwoju płciowego

Określenie płci osobnika wymaga niekiedy stosowania różnych technik laboratoryjnych. Hodowla białych krwinek, których podział blokuje się w chwili, gdy są dobrze widoczne chromosomy (metafaza) pozwala na ich izolację, liczenie, mierzenie i klasyfikację. Te badania układu chromosomów (kariotypów), które są charakterystyczne dla danego gatunku, pozwalają na wykrycie anomalii ich kształtu i liczby



Ryc. 2.2.10. Schemat prawidłowego i nieprawidłowego podziału chromosomów płciowych

I — oogonia, II — komórki jajowe i ciałka biegunowe, III — zygoty, IV — plemniki, V — spermatogonie, A — podział prawidłowy, *XY* — płeć męska, *XX* — płeć żeńska, B — podział nieprawidłowy, w komórce jajowej brak chromosomu *X*, zygota *XO* zespół Turnera, zaś połączenie *YO* jest śmiertelne; C — podział nieprawidłowy, w komórce jajowej dwa chromosomy *X*, zygota *XXY* zespół Klinefeltera, *XXX* tzw nadkobieta, D nieprawidłowy podział w plemniku *XY* lub *O*, zygota *XXY* lub *XO*

(aberracje). Odchylenia mogą dotyczyć chromosomów somatycznych lub płciowych i są one różnorodne Przykładem odchyleń liczby chromosomów płciowych mogą być:

1) kariogram *45XO* — zespół Turnera występujący w częstości 1:5000. Fenotyp jest tu zwykle żeński (brak chromosomu *Y*). Osobnicy zwykle nie dożywają wieku rozrodczego lub nie wchodzą w związki małżeńskie, cechuje ich niski wzrost około 150 cm, często koślawość kończyn, płetwiasta szyja, beczkowata klatka piersiowa, infantylne stadia rozwoju zewnętrznych narządów płciowych. Prócz tego w zespole tym są osobnicy z mozaicyzmem, np. *X/XY* i innymi zmianami strukturalnymi chromosomu *X*;

2) kariogram *47XXY* trisomia płciowa - zespół Klinefeltera spotyka się u niepłodnych mężczyzn z eunuchoidalnymi proporcjami ciała — krótki tułów, długie kończyny górne i dolne, szeroka miednica, ginekomostia, skąpy zarost twa-

rzy, othuszczenie obręczy biodrowej. Potencja płciowa bywa zachowana, występują różne zaburzenia osobowości.

W powyższych przypadkach czy w tak zwanym mozaicyzmie *XXY/XX*, *XO/XY*, itd. określenie płci genetycznej staje się niemożliwe. Z określeniem płci genetycznej wiążą się badania chromatyny płciowej. Tak zwane ciałka Barra tworzą okrągłe skupienia na wewnętrznej powierzchni błony jądrowej, co jest typowe dla osobników żeńskich.

Istnieją różnorodne zaburzenia rozwoju płciowego interesujące klinicystów. Z antropologicznego punktu widzenia interesujące są formy obojnactwa. Obojnactwo prawdziwe (hermafrodytyzm) polega na współwystępowaniu gonady żeńskiej i męskiej. Fenotypowo zwykle może występować przewaga cech męskich, choć mimo kariotypu *46XY* mogą fenotypowo być to osobniki żeńskie. Kariotyp może też być *46XX* lub też, gdy dochodzi do zapłodnienia komórki jajowej o 2 jądrach przez 2 różne plemniki *46XY/46XX*.

Mężczyźni z kariotypem *XYY* występują w częstości 1:750. Tak zwani „nad mężczyźni" zwykle są wysokorośli i cechuje ich podatność do uporczywego trądzika. Płodność jest zachowana. Osobników tych cechują skłonności agresywne w stosunku do otoczenia, czasami występuje niedorozwój umysłowy. Innym zaburzeniem mogącym niekiedy wywoływać zmiany w rozwoju somatycznym mężczyzn jest wnętrostwo stwierdzone w około 5% u noworodków, w 1% po 1 roku życia i w 0,3% u dorosłych. Niekiedy dochodzi w tych przypadkach do uszkodzenia i niedorozwoju funkcji wydzielniczej jąder, które nie zstąpiły do moszny, w konsekwencji czego mogą pojawiać się pewne oznaki budowy eunuchoidalnej. Niektóre choroby dziedziczne wykazują sprzężenie z płcią. Z chromosomem *X* sprzężona jest hemofilia, ślepota na barwy i albinizm. Gdy cecha jest dominująca dotknięty nią ojciec przekazuje ją córkom, a nie synom; gdy jest recesywna nosicielami są osobniki żeńskie, a choroba ujawnia się u osobników męskich - hemofilia, daltonizm.

Konstytucja

W pojęciu konstytucji — biotypu człowieka brak jest ostrego odgraniczenia uwarunkowań genetycznych i wpływów czynników środowiskowych. Pierwszorzędne znaczenie mają tu czynniki genetyczne, jednak podstawy genetyczne konstytucji wydają się dość złożone. Czynniki środowiskowe wpływające na cechy konstytucji można sprowadzić do intensywności i rodzaju treningu fizycznego i pracy zawodowej, trybu życia oraz żywienia, które odgrywa tu niepoślednią rolę.

Bardzo trafną definicję konstytucji podał radziecki badacz M. Czernorucki. Według niego

> konstytucja jest to zespół właściwości związanych oraz warunkujących strukturalno-czynnościową jedność organizmu. Pojęcie konstytucji określa organizm jaki jest w danej chwili, z całością jego

cech dziedzicznych i nabytych, morfologicznych i czynnościowych, co warunkuje, że przedstawia on funkcjonalny system z danymi mu prawami, szczególnymi cechami i charakterem reakcji na wpływy zewnętrzne.

W różnych systemach typologicznych ujmowano następujące właściwości ustroju człowieka:

a) budowę morfologiczną decydującą o wyglądzie i kształcie ciała,

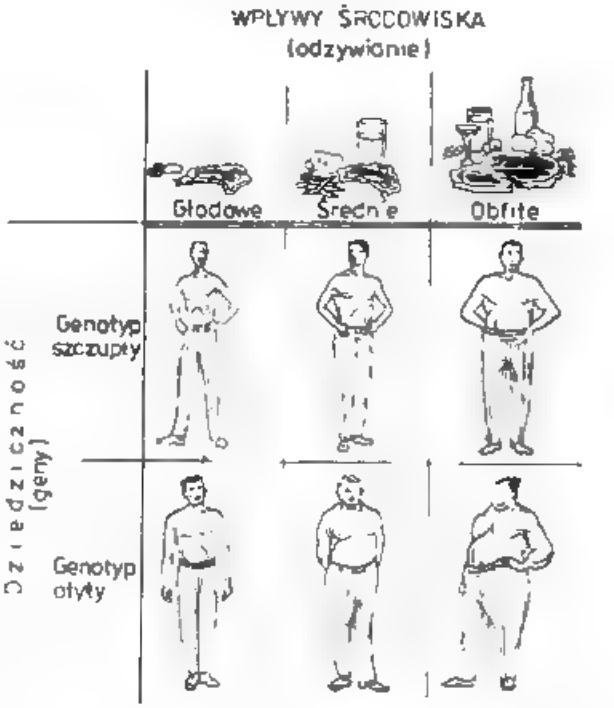
b) cechy mówiące o aktualnym stanie tkanek (mięśnie, kości, tkanka tłuszczowa),

c) cechy fizjologiczne, typ układu krążenia, przemiany materii, czynności hormonalnej,

d) typ układu nerwowego i cechy psychiczne,

e) cechy patologiczne i anomalie.

Cechy morfologiczne, fizjologiczne i psychiczne są ze sobą powiązane, lecz istota tych związków nie jest precyzyjnie ustalona. Pojęcie konstytucji jest nadrzędne do pojęcia typu somatycznego, pod którym przyjmuje się określony charakter cech budowy morfologicznej — proporcje budowy ciała.



Ryc. 2.2.11. Rola czynników: genetycznego i środowiskowego w kształtowaniu cech somatotypu (wg Dobzhansky'ego)

Konstytucja stanowi zespół cech i właściwości indywidualnych osobnika, ukształtowanych przez czynniki dziedziczne i środowiskowe, warunkujące właściwości morfo funkcjonalne, sprawność fizyczną, odporność na wpływy zewnętrzne — np. typ reakcji na czynniki chorobowe. Budowa ciała w ujęciu systemów konstytucjonalnych była początkowo tworzona na użytek medycyny, następnie zaś znalazła zastosowanie w sporcie, w doborze do niektórych służb wojskowych czy zawodów.

Przegląd prób klasyfikacji konstytucjonalnych

Jednym z niedostatków typologii konstytucjonalnych jest fakt dość znacznego skorelowania ze sobą licznych cech budowy somatycznej, które wyrażone w postaci pomiarów antropometrycznych tworzą wskaźniki wchodzące w skład postępowania typologizacyjnego. Z wysokością ciała skorelowana jest długość tułowia, kończyn górnych i dolnych. W związku z powyższym w próbach ujęć typologicznych zaleca się selekcję cech do tych, które w sposób podstawowy charakteryzują wzajemne ustosunkowanie komponentów ze sobą nieskorelowanych. Wymogi obiektywności oceny konstytucji stwarzają konieczność uwzględnienia podstawowych rozmiarów, formy

(proporcji) i składu ciała. Typologizacji konstytucjonalnej zarzuca się również to, że usiłuje ona podzielić ludzi na kategorie według cech morfologicznych czy funkcjonalnych, które posiadają rozkład ciągły. Twórcy tych typologii często dostrzegali ten fakt, bowiem już Kretschmer pisał o nieskończonej liczbie odcieni, przez które ukazuje się naszej obserwacji obraz człowieka.

Pierwsza typologia Hipokratesa wyróżniała dwa typy: *habitus phthisicus* — typ suchotniczy o szczupłej budowie oraz *habitus apoplecticus* - typ apoplektyczny o budowie szerokiej, przysadzistej. Typologię tę spopularyzował i uzupełnił Galen. Na podstawie kryteriów charakterologicznych wyróżnia się typy temperamentów - humory:

1) choleryczny (*chole* — żółć) wybuchowy, cechuje się łatwością utraty panowania nad sobą, reakcjami niewspółmiernymi z bodźcami,

2) sangwiniczny (*sanguis* - krew) o usposobieniu pogodnym, uczuciowym, aktywnym i żywych reakcjach,

3) flegmatyczny (*flegma* — śluz) o małej pobudliwości, zrównoważeniu, opanowaniu i wytrwałości w działaniu,

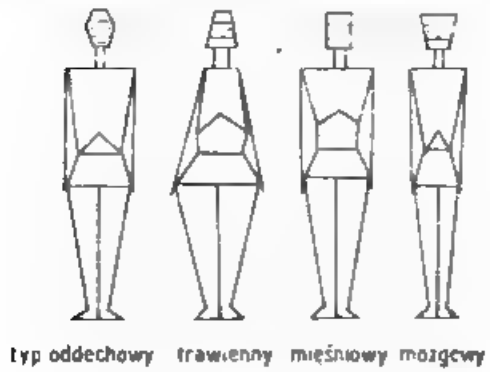
4) melancholiczny (*melas chole* — czarna żółć) cechuje się małą ruchliwością, apatią, przewlekłymi nastrojami przygnębienia.

Według wymienionych zdrowie jest stanem, gdy elementy krwi, żółci czarnej i żółtej są dobrze zmieszane, we właściwym stężeniu i właściwych proporcjach.

Duże osiągnięcia w badaniach zagadnień konstytucji miała szkoła francuska wykorzystująca obserwacje cech somatoskopijnych i budowę ciała w ujęciu morfologiczno-klinicznym. Już w XIX wieku L. Rostan wyróżnił typy: trawienny, oddechowy, mięśniowy i mózgowy, które pod względem cech anatomicznych opisał C. Sigaud wychodząc z założenia, że przewaga określonych układów anatomicznych decyduje o typie budowy. Typy te wiązał on z klimatem i doborem zawodowym. Krótka charakterystyka tych typów jest następująca:

1. *Typus digestivus* (trzewny) — twarz szeroka o silnie rozwiniętych szczękach, krótka szeroka klatka piersiowa o rozwartym kącie podmostkowym, krótkie kończyny, duży brzuch;

2. *Typus respiratorius* (oddechowy) — twarz wydłużona z silnie rozwiniętym



Ryc. 2.2.12. Typy konstytucjonalne szkoły francuskiej

Ryc. 2.2.13. Kształt i wielkość płuc i serca u przedstawicieli typu leptosomicznego i eurysomicznego (wg Thoorisa)

odcinkiem związanym z drogami oddechowymi; długi nos, długa szyja, klatka piersiowa, długie kończyny, ostry kąt podmostkowy (Charpy'ego);

3. *Typus muskularis* (mięśniowy) — twarz proporcjonalna, równomierne proporcje tułowia i kończyn, silny rozwój mięśni;

4. *Typus cerebralis* (mózgowy) — silny rozwój części mózgowej głowy, smukła budowa ciała, słabe umięśnienie.

Następca Sigauda, L. Mac Auliffe różnice w budowie i funkcji związane ze stanem zdrowia między osobnikami wiązał ze stopniem wykształcenia i funkcją poszczególnych organów wewnętrznych, co jego zdaniem ma wpływ na sposób bycia, na wygląd i predyspozycje do chorób. Badacz ten przeceniał jednak wpływ środowiska na cechy konstytucjonalne. Kontynuator tej szkoły A. Thooris wyróżnił modele - idealne wzorce określone powyższymi terminami, których w naturze się nie spotyka, a do których ludzie mogą być w mniejszym bądź większym stopniu podobni. Za L. Manouvrierem przyjął on również podział ludzi na

1) brachyskelów o długim tułowiu i krótkich kończynach,
2) makroskelów o długich kończynach i krótkim tułowiu,
3) mesoskelów o równych proporcjach tułowia i kończyn.

Sposobem określania budowy ciała jest tutaj ocena opisowa.

Szkoła włoska wyróżnia typy konstytucjonalne oparte na pomiarach antropometrycznych. Jej twórcą był A. Giovani, którego poglądy twórczo rozwinął A. Viola, wprowadzając do istniejących określeń stosunek trzech pomiarów, które pozwalają na określenie objętości odcinków ciała, wprowadził również masę ciała. Na tej podstawie wydzielił następujące typy. 1) mikrosplanchniczny — charakteryzujący się przewagą rozwoju kończyn nad tułowiem, 2) megalosplanchniczny — przewaga rozwoju tułowia nad kończynami. Jego następca N. Pende ów system unowocześnił z punktu widzenia fizjologii i endokrynologii.

Duże zasługi w dziedzinie badań konstytucji mają uczeni rosyjscy i radzieccy. I. Pawłow w swej typologii uwzględnił rodzaje i stopień reaktywności układu nerwowego, zwłaszcza wzajemny stosunek układów sygnalizacyjnych. Na pierwszy układ sygnalizacyjny składają się związki między bodźcami zewnętrznymi a wrażeniami i wyobrażeniami zmysłowymi. Drugi układ sygnalizacyjny — struktura filogenetycznie najmłodsza, właściwa tylko człowiekowi, to procesy zachodzące w korze mózgowej, wiążące się z myśleniem abstrakcyjnym, zdolnością posługiwania się mową. Pod względem reaktywności układu nerwowego wydzielił on typy nawiązujące do typologii Hipokratesa:

1) żywy — zbliżony do sangwinika,
2) pobudliwy — zbliżony do choleryka,
3) spokojny — zbliżony do flegmatyka,
4) słaby - zbliżony do melancholika.

Pod względem wzajemnego ustosunkowania się układów sygnalizacyjnych Pawłow wyodrębnił typy następujące:

1) artyści — ludzie o przewadze pierwszego układu sygnalizacyjnego, wykazujący skłonność do histerii,
2) myśliciele - przeważa drugi układ sygnalizacyjny,

3) typ pośredni — oba układy sygnalizacyjne mniej więcej w równowadze.

Żaden typ nie jest lepszy czy gorszy, każdy jest inny i zdolny do innych czynności, które najbardziej odpowiadają jego psychofizycznej strukturze.

Na podstawie kryteriów morfofunkcjonalnych M. Czernorucki wydzielił trzy typy:

1) normostoniczny — proporcjonalna budowa ciała, równomierne, uregulowane procesy życiowe. Jest to typ pośredni w stosunku do dwóch pozostałych typów;

2) asteniczny — przewaga wymiarów długościowych nad szerokościowymi, kończyny dolne dłuższe od tułowia z głową, długa klatka piersiowa, wąskie, długie ręce i stopy, słabo mięśnie, niskie ciśnienie krwi, słaba zdolność chłonna jelit, przyspieszona przemiana materii, przewaga desymilacji nad asymilacją (mniejsza zdolność zatrzymywania produktów przemiany materii);

3) hipersteniczny - przewaga wymiarów szerokościowych nad podłużnymi, szeroka klatka piersiowa, krótkie, grube kończyny oraz dłonie i stopy, duży brzuch, pojemna miednica, tendencja do podwyższonego ciśnienia, duże zdolności chłonne jelit, zwolniona przemiana materii, przewaga procesów asymilacyjnych nad dysymilacyjnymi.

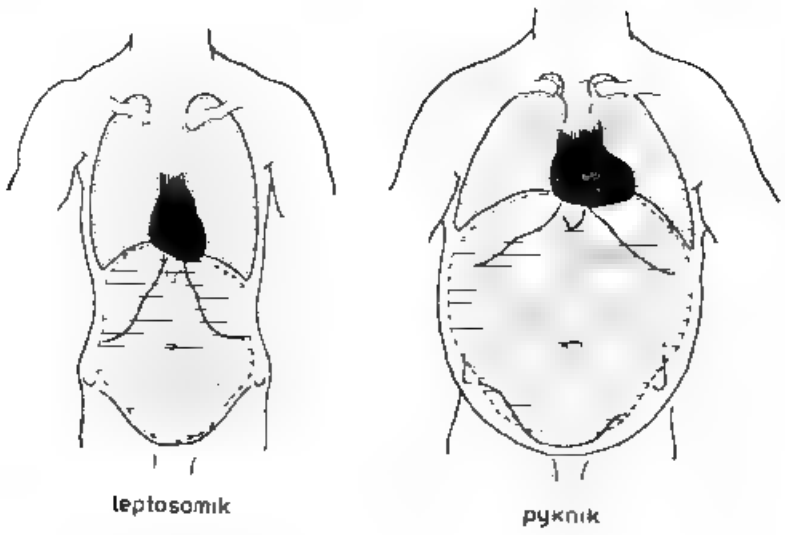
Dalszym rozwinięciem zagadnień konstytucji w ZSRR zajmował się W. Bunak, który uwzględniając rozwój tkanki kostnej, mięśniowej i tłuszczowej wyróżnił na podstawie cech morfologicznych typy: stenoplastyczny, mezoplastyczny, euryplastyczny, subplastyczny.

Szkoła niemiecka utworzona została przez klinicystów, którzy dokonywali badania predyspozycji rozwojowych układów i organów w związku z funkcją gruczołów dokrewnych. Typologię oparto na pojęciu budowy stenicznej — dobrze rozwiniętej, o dużych wartościach biologicznych i astenicznej — o słabej budowie i małych wartościach biologicznych. Dużą popularność zyskała typologia E. Kretschmera. Na podstawie opisu morfologicznego w powiązaniu z właściwościami fizjologicznymi i wyższymi czynnościami nerwowymi wyróżnił on typy:

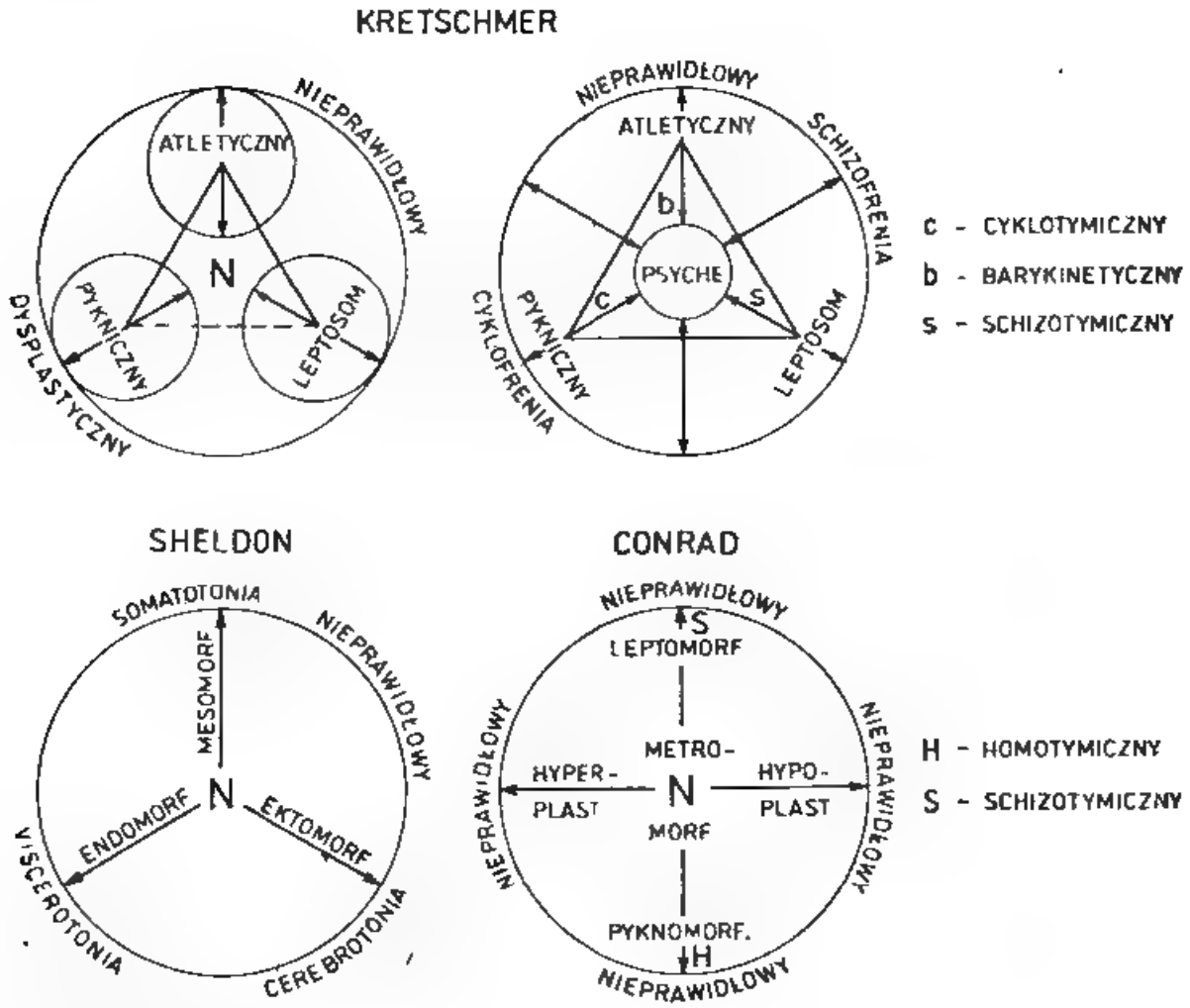
1) leptosomiczny — wąska, smukła budowa ciała, mały ciężar, przewaga wymiarów długościowych nad szerokościowymi, długa szyja i twarz, wąska, płaska klatka piersiowa o ostrym kącie podmostkowym (mniejszym od 90°). Krańcową formę tego typu często używaną jako synonim stanowi typ asteniczny;

2) atletyczny — silny rozwój kośćca i mięśni, twarz szeroka, szyja silna,

Ryc. 2.2.14. Typy konstytucjonalne Kretschmera



Ryc. 2.2.15. Różnice kształtu i położenia narządów wewnętrznych u leptosomika i pyknika



Ryc. 2.2.16. Zależności konstytucji z cechami psychiki wg niektórych autorów

N – przeciętna norma

szeroka, silnie wysklepiona klatka piersiowa, barki szerokie, miednica wąska, długie kończyny o szerokich dłoniach i stopach, kąt podmostkowy około 90°;

3) pykniczny - przewaga wymiarów poprzecznych nad długościowymi, przysadzista budowa, drobny szkielet, słabo rozwinięte mięśnie, tendencja do odkładania tkanki tłuszczowej, szeroka twarz, krótka szyja, zaokrąglone kontury ciała, cienka skóra, kąt podmostkowy powyżej 90°. W powiązaniu z zaburzeniami endokrynologicznymi i wadami rozwojowymi wrodzonymi, wyróżnił on oprócz tego typ

4) dysplastyczny.

Kretschmer wykazał związek między typem budowy a temperamentem i cechami psychiki, związek między osobowością fizyczną a psychiczną. Temperament schizotymiczny i tendencja do schizofrenii wieku dorosłego cechuje leptosomiczny typ budowy. Cyklotymiczny temperament i tendencja do depresji maniakalnej w wieku przedstarczym cechuje pykników. Ludzie o budowie atletycznej posiadają większą skłonność do epilepsji. Typologię tę wykorzystano do badań związków między budową ciała a predyspozycją do licznych chorób. Wykazano np. większe powinowactwo typu leptosomicznego do gruźlicy płuc, pyknicznego do chorób naczyń i serca czy pylicy płuc itp.

Klasyfikacja typów budowy ciała Kretschmera posłużyła też do badań związku między tą budową a rodzajem sprawności fizycznej. System ten był modyfikowany przez wielu badaczy. Najprostszą formułę do określania przynależności typologicznej podał F. Curtius posługując się wskaźnikiem Rohrera (ciężar ciała w g:wysokość ciała³ w cm): do 1,27 — leptosomiczny, 1,28 - 1,48 — atletyczny, powyżej 1,48 — pykniczny.

Podejmowano również w Polsce próby uściślenia ujęć typologicznych Kretschmera. I. Michalski uzupełnił, wydzielając typy mieszane, wyróżniane na podstawie autopsji. Liczbowe ujęcie typów budowy ciała mężczyzn przedstawili natomiast J. Mydlarski i K. Wiązowski.

Wskaźnik	Typ		
	L	A	P
Rohrera	1,26	1,51	1,61
(szerokość barków: wysokość ciała) × 100	21,61	24,31	23,55
(obwód piersi: wysokość ciała) × 100	50,25	54,77	58,05
(szerokość bioder: wysokość ciała) × 100	16,37	17,25	17,79

Postępowanie rachunkowe polega na:

— wyliczeniu różnic między wskaźnikami typów i wartościami u badanych,

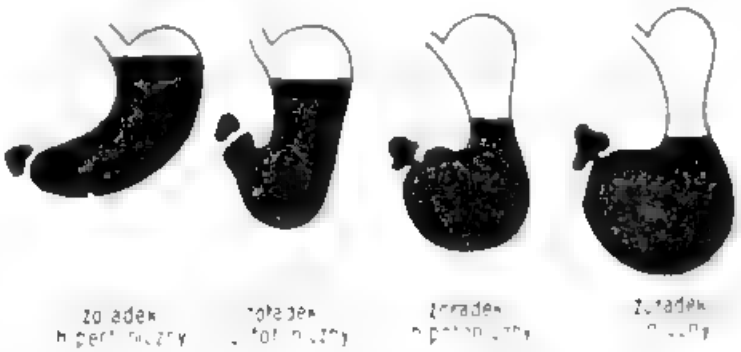
— podniesieniu różnic do kwadratu,

— zsumowaniu kwadratów różnic wskaźników dla poszczególnych typów,

— wyliczeniu odwrotności różnic uzyskanych sum,

— wyliczeniu w stosunku do sumy uzyskanych odwrotności procentowych wielkości poszczególnych typów.

Przedstawiciele różnych typów konstytucjonalnych różnią się kształtem i w mniejszym stopniu wielkością narządów wewnętrznych. Różnice budowy płuc opisaliśmy w jednym z poprzednich rozdziałów. Żołądek u typu atletycznego lub pyknicznego cechuje silne napięcie mięśniówki (typ hipertoniczny). Kształt jego zbliżony jest do rogu w części górnej szerszej niż w oddźwiernikowej. Osobników o budowie leptosomicznej cechuje zazwyczaj słabe napięcie mięśniówki, ich żołądek posiada poszerzoną dolną część trzonu i wypukłą część oddźwiernikową, a odźwiernik ułożony jest wysoko (typ hipotoniczny). Formą przejściową jest żołądek typu ortotonicznego



Ryc. 2.2.17. Zmienność formy żołądka w zależności od stanu napięcia mięśniówki

o swoistym haczykowatym kształcie, o średnim napięciu mięśniówki. Podobne różnice w zależności od typu budowy wykazuje kształt, wielkość i położenie serca. Ogólnie można stwierdzić, że u pykników większa jest wątroba, a u kobiet tej budowy większa macica, mniejsze zaś są nadnercza. Inne narządy wewnętrzne są stosunkowo największe u osób budowy atletycznej.

Wymienione typologie nie są wolne od licznych niedostatków, że wymienimy trudności klasyfikowania ludzi o pośrednich cechach budowy ciała czy też niedoskonałość metod służących do klasyfikowania. Jednakże mimo tych i innych jeszcze braków typologie konstytucjonalne odegrały doniosłą rolę w rozwoju antropologii teoretycznej i stosowanej, np. w odniesieniu do zagadnień wychowania fizycznego czy medycyny. W gruncie rzeczy mimo pewnych zastrzeżeń typologie te dają ujęcia z zasady z sobą porównywalne.

Niedociągnięcia i braki zarzucane typologii Kretschmera chciał wyeliminować W. H. Sheldon. Ten amerykański psycholog starał się ująć różnorodność form ciała ludzkiego przy wykorzystaniu somatoskopii. Na podstawie 4000 zdjęć studentów w pozycji przedniej, tylnej i bocznej nie zwracając uwagi na ogólne wymiary ciała, starał się on znaleźć krańcowe warianty budowy ciała. Każde indywiduum oceniano w skali siedmiostopniowej w stosunku do trzech komponentów:

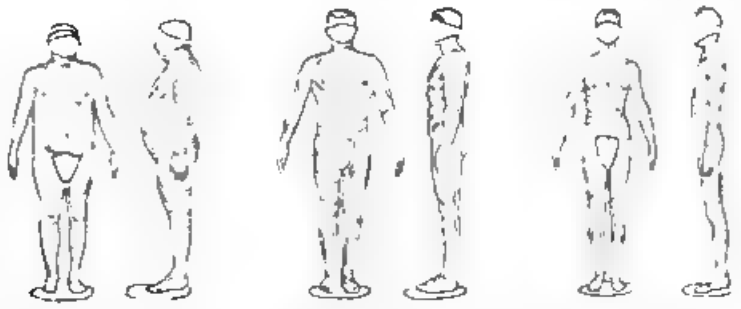
1 — endomorfii (przewaga układu trawiennego),

2 — mezomorfii (przewaga kości i mięśni),

3 — ektomorfii (przewaga układu nerwowego).

Stosunek tych trzech składników wyrażony w postaci zbioru trzech cyfr nazwał Sheldon somatotypem. Stopień intensywności odpowiedniej komponenty budowy oznacza się liczbowo od 1 do 7. Skrajny endomorf 7-1-1 cechuje się okrągłą głową,

dużym brzuchem, słabymi rękami i nogami, znacznymi wymiarami przednio-tylnymi, dużym otłuszczeniem bioder i pleców. Przedstawiciele posiadają też dużą wątrobę, śledzionę, żołądek, płuca i serce. Przy długotrwałej głodówce typ ten nie zbliża się do typu ekto- czy mezomorficznego (duża liczba komórek tłuszczowych). Skrajny mezomorf 1 7-1 charakteryzuje się silnym rozwojem kośćca, mięśni, masywną kwadratową głową, szerokimi plecami i szeroką klatką piersiową, muskularnymi nogami i rękami, dużym sercem, minimalnym otłuszczeniem, wymiary przednio-tylne ma niewielkie. Skrajny ektomorf 1-1-7 posiada długą pociągłą twarz, szczu-



Ryc. 2.2.18. Somatotypy: endomorficzny (A), mezomorficzny (B) i ektomorficzny (C) w ujęciu W. H. Sheldona

łą wysoką klatkę piersiową, wąski brzuch i serce, cienkie długie nogi i ręce. Podściółka tłuszczowa jest słabo rozwinięta podobnie jak i mięśnie.

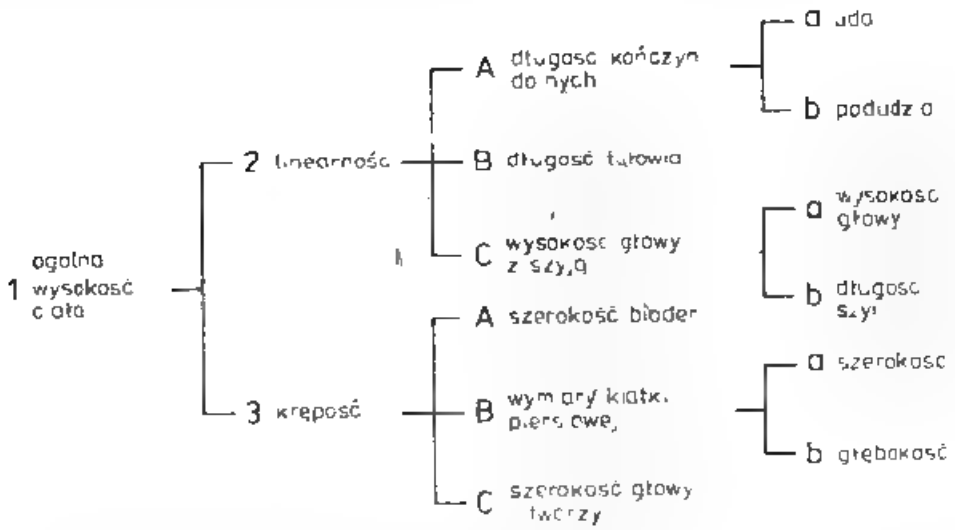
Opisowi tych trzech skrajnych typów nie odpowiada większość ludzi, u których ma miejsce wyrażona w umiarkowanym stopniu mieszanina cech owych typów. Prócz tego oddzielne części ciała mogą różnić się stopniem nasilenia cech określonego somatotypu, co nazwano dysplazją. Stąd też propozycja oceny oddzielnej dla pięciu regionów ciała: głowy z szyją, klatki piersiowej, kończyny górnej, dolnej części tułowia, kończyny dolnej. Pociąga to za sobą możliwość popełnienia większej liczby błędów. Przy odpowiednio wykonywanych fotografiach oceniając można uwzględniać wymiary ciała (antropometria fotogrammetryczna) oraz stosować wskaźnik: $\frac{\text{wysokość ciała}}{\sqrt[3]{\text{ciężar ciała}}}$. Według Sheldona somatotyp jest w ciągu rozwoju osobniczego stały, choć zmienia się wygląd zewnętrzny i rozmiary ciała. Hipertrofia robocza mięśni, rozwój tkanki tłuszczowej itp. nie zmieniają somatotypu, lecz kształt ciała. Typologię tę zobiektywizował R. W. Parnel cechami pomiarowymi wprowadzając czynnik otłuszczenia jako średnią z sumy pomiarów grubości faldu skórnego mierzonego w trzech miejscach (pod łopatką, na ramieniu, na brzuchu), czynnik tęgości (kościec – mięśnie) jako pomiar szerokości międzykłykciowej kości ramiennej i udowej oraz obwodu ramienia i łydki oraz czynnik smukłości — wskaźnik Rohrera.

B. Lindegard zaczerpnął z typologii Sheldona pojęcie czynników budowy ciała, stosunek tkanki tłuszczowej, kostnej i mięśniowej. W ocenie typu budowy uwzględnił czynnik długości (długość piszczeli), czynnik tęgości (szerokość międzykłykciowa kości udowej), czynnik umięśnienia (siła rąk) i czynnik otłuszczenia (stosunek wysokości i ciężaru ciała).

Ciekawą koncepcję typologiczną przedstawił również B. Škerlj uwzględniając następujące aspekty: dymorfizm płciowy seksualny, proporcje ciała, aspekt plastyczny (wykształcenie tkanek miękkich) i aspekt dystrybucyjny określający sposób rozkładu tkanki tłuszczowej

Analiza czynnikowa w ocenie somatotypu

Klasyfikacja składu ciała za pomocą analizy czynnikowej wynika z czysto ilościowego antropometrycznego podejścia do budowy ciała. Czynniki mogą być skorelowane ze sobą lub też nie Metoda ta pozwala na wydzielenie ogólnego (głównego) czynnika wymiaru ciała dalej kilku czynników grupowych, które można dzielić na drobniejsze, co pokazano na schemacie (rys. 2.2.19) Niektórzy oceniają odrębnymi



Ryc. 2.2.19. Czynniki somatotypu człowieka

czynnikami budowę kośćca, następnie umięśnienie czy otłuszczenie. Można też ocenę budowy ciała rozpatrywać według czynnika długości (wysokość ciała i długość kończyny górnej), tęgości (kośćca np. szerokość barków, miednicy, łokcia, kolana; umięśnienia obwód przedramienia i podudzia) czy czynnika otłuszczenia (suma trzech fałdów skórno-tłuszczowych na ramieniu pod dolnym kątem łopatki i na brzuchu.)

Ostatnio rozpowszechnione są metody oceny komponent tkankowych składu ciała To podejście do konstytucji uwzględnia stosunek rozwoju tkanki kostnej, mięśniowej i tłuszczowej. Metody fizyczne, rentgenometria, densytometria czy mierzenie grubości fałdów tłuszczowych pozwalają określić stopień rozwoju różnych tkanek. Ilość wody i tłuszczu w ustroju daje się określić z dokładnością do $\pm 15\%$. Metody te dają ogólną ocenę stanu komponentów nie uwzględniając ich rozmieszczenia. W praktyce stosuje się rentgenogramy ramienia, uda czy podudzia Stosowanie metod rentgenowskich na skalę masową nie jest możliwe ze względu na ochronę radiologiczną, dlatego stosuje się inne techniki. Rozwój tkanki tłuszczowej ocenia się

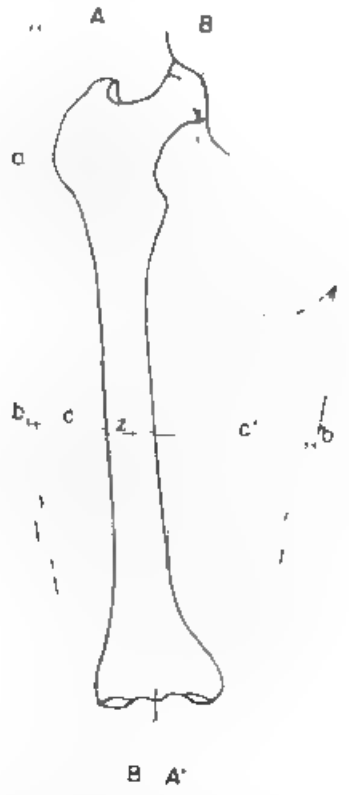
Tabela 2.2.1. Skład ciała człowieka w % (wg W. W. Bunaka, 1941)

Element składu	Noworodek	Dorośli	
		mężczyźni	kobiety
Szkielet	14	18	16
Mięśnie	22	42	36
Tkanka tłuszczowa	20	12	18
Narządy wewnętrzne z krwią	40	22	24
Skóra z przydatkami	4	6	6

na podstawie pomiarów grubości fałdów skórno-tłuszczowych przy użyciu kaliperów. Pomiary te informują o liczbie i stanie komórek tłuszczowych (stopniu wypełniania ich tłuszczem). Panuje powszechne przekonanie, że liczba komórek mięśniowych i tłuszczowych po urodzeniu nie podlega zmianom. Komórki te mogą być jednak w różnym stopniu wypełnione. Przekonanie to prowadzi do utwierdzenia się poglądów, że budowa somatyczna danego typu winna kształtować się we wczesnych okresach ontogenezy. Pomiary mięśni dokonywane są w postaci obwodu ramienia, uda czy podudzia w stanie spoczynku i napięcia i które następnie odnoszone są do długości punktów kostnych. Rozwój szkieletu ocenia się natomiast obliczając stosunek szerokości nasad do długości kości (np. ramiennej).

Ryc. 2.2.20. Rentgenogram ramienia

A - A' oś długa kości ramiennej, *B - B'* - oś ramienia, *z* miejsce pomiaru kości ramiennej, *b - b'* — miejsce pomiaru tkanki tłuszczowej bocznej i przyśrodkowej, *c - c'* — miejsce pomiaru tkanki mięśniowej bocznej i przyśrodkowej



Ryc. 2.2.21. Rentgenogram uda

A - A' oś kości udowej, *B B'* — oś uda, *z* miejsce pomiaru kości udowej, *b - b'* — miejsce pomiaru tkanki tłuszczowej bocznej i przyśrodkowej, *c - c'* — miejsce pomiaru tkanki mięśniowej bocznej i przyśrodkowej

W ostatnich latach wielu zwolenników zyskała typologia somatyczna A. Wankego. Na podstawie proporcji budowy ciała wyrażonych wskaźnikami: barków, tułowia, miednicy, klatki piersiowej i wskaźnikiem Rohrera wydzielił on następujące typy dla mężczyzn:

I — słaba budowa, długi tułów, wąskie barki, średnio szeroka miednica, płaska klatka piersiowa, mały ciężar w stosunku do wysokości ciała;

A — długi tułów, wąskie barki, szeroka miednica, beczkowata klatka piersiowa, duży ciężar w stosunku do wysokości ciała;

V — tułów krótki, szerokie barki, wąska miednica, płaska klatka piersiowa, duży ciężar w stosunku do wysokości ciała;

H — krótki tułów, szerokie barki i miednica, beczkowata klatka piersiowa, średni ciężar ciała.

Charakterystykę kobiet podała uczennica Wankego — E. Kolasa. Opis typów podobnych kształtem do ujęcia literowego jest tu nieco odmienny:

typ *I* – smukła sylwetka, długi tułów, wąskie barki, wąska miednica, głęboka klatka piersiowa, mały ciężar w stosunku do wysokości ciała;

typ *A* — długi tułów, wąskie barki, szeroka miednica, głęboka klatka piersiowa, duży ciężar w stosunku do wysokości ciała;

typ *V* — krótki tułów, szerokie barki, wąska miednica, płaska klatka piersiowa, mały ciężar ciała;

typ *H* — krótki tułów, szerokie barki, szeroka miednica, głęboka klatka piersiowa, duży ciężar ciała.

Typologia ta pozwala na wyliczenie indywidualnej struktury somatycznej oraz na określenie różnych grup i populacji według cech pomiarowych. Pod tabelą 2.2.2 podajemy opis sposobu określania przynależności do poszczególnych typów. Ostatnie lata przyniosły liczne doniesienia dotyczące składu ciała ludzkiego, to jest procentowych określeń zawartości suchej masy, wody i tłuszczu w ustroju. Nie wykazano

Tabela 2.2.2. Wartości wskaźników typów somatycznych według systemu A. Wankego

Nazwa wskaźnika	Wartości wskaźników typów somatycznych							
	I	*A*	*V*	*H*	*I*	*A*	*V*	*H*
	Mężczyźni				Kobiety			
Tułowia	32,5	33,3	29,0	28,6	31,7	31,8	28,4	28,3
Barków	67,8	65,8	81,8	80,0	69,6	69,2	81,9	80,8
Miednicy	74,3	79,1	68,9	78,5	76,7	88,8	76,1	87,1
Klatki piersiowej	66,1	78,0	66,3	80,2	75,4	77,7	61,8	77,6
Rohrera × 10	11,7	13,0	14,5	13,1	13,1	17,7	12,8	17,8

Somatotyp osobnika x określa się wyliczając różnice wartości odpowiedniego wskaźnika osobnika w stosunku do typu ($I - x$, $A - x$, $V - x$, $H - x$), różnice te podnosi się do kwadratu $(I - x)^2$, $(A - x)^2$ $(V - x)^2$, $(H - x)^2$. Oddzielnie dla każdego typu (I, A, V, H) podsumowuje się kwadraty różnic wszystkich wskaźników. Następnie wylicza się odwrotności sum kwadratów różnic traktując ich sumę jako podstawę do wyliczenia procentowego udziału w tej sumie poszczególnych typów. Uzyskany wynik określa strukturę somatyczną osobnika. W przedstawiony sposób można dokonywać określeń dla zespołów ludzkich jeśli dysponujemy średnimi arytmetycznymi wskaźników.

związku między rasą a konstytucją, choć w różnych populacjach określone typy budowy ciała mogą wykazywać przewagę.

Przedstawione przez nas ujęcia typologiczne w zasadzie odnoszą się do przedstawicieli białej odmiany i jak dotychczas nie zostały odpowiednio przystosowane do odmiany żółtej i czarnej.

W pierwotnych ujęciach każdy z typów Kretschmera miał odpowiadać jednej z podstawowych ras europejskich, tak więc typ leptosomiczny — rasie nordycznej, pykniczny — alpejskiej. Badania populacji azjatyckich wykazały podobne stosunki trzech biotypów Kretschmera jak u ludności odmiany białej. W niektórych populacjach odmiany czarnej zauważa się jednak wyraźną przewagę liczebną typu leptosomicznego. Według I. Michalskiego u odmiany białej „w obrębie każdego typu rasowego mogą realizować się te same typy budowy ciała, choć w różnych ilościach". Wykazano natomiast, że podobnie jak w przypadku czynników rasowych, również czynniki konstytucjonalne wpływają na przebieg ontogenezy człowieka. Z ważniejszych zależności warto przytoczyć tu np. wcześniejszę dojrzewanie osób o przewadze komponenty pyknicznej, a późniejsze — osób o budowie leptosomicznej, przy pośrednim stanowisku typu atletycznego. Badania dotyczące postawy ciała wykazały, że typ atletyczny i pykniczny charakteryzuje na ogół lepsza postawa ciała niż ma to miejsce u typu leptosomicznego. Ten ostatni wykazuje większe skłonności do nabywania wad postawy, które w znacznym stopniu mogą upośledzić prawidłowe czynności narządów i całego ustroju.

Interesujący problem związku między budową ciała a skłonnościami do chorób nie jest dostatecznie poznany. Pewne jest jednak, że istnieje określona predyspozycja do licznych chorób osób o określonej budowie. Oprócz wyżej opisanych powiązań stwierdzono większą skłonność wśród przedstawicieli typu pyknicznego do przewlekłego gośćca, chorób układu sercowo naczyniowego, do wczesnej miażdżycy naczyń, do choroby nadciśnieniowej, zaburzeń i kamicy pęcherza żółciowego, zapaleń trzustki i cukrzycy u osób w wieku dojrzałym. Osobnicy o budowie leptosomicznej mają większą skłonność do choroby wrzodowej żołądka i dwunastnicy czy do gruźlicy płuc. Typowi atletycznemu przypisuje się większą skłonność do zaburzeń naczyniowo-ruchowych w obrębie głowy (migrena) oraz do dychawicy oskrzelowej (astma). Podobne związki od dawna dostrzegali klinicyści, którym wiadomo, że konstytucja odgrywa znaczną rolę w podatności na choroby, wpływa na ich przebieg i rokowania.

Kretschmer sądził, że „typologia konstytucjonalna jest poszukiwaniem związków między różnymi zjawiskami fizycznymi, psychicznymi, prawidłowością i patologią". Trudne i złożone zagadnienia związków między budową ciała, warunkowaną nią zmiennością anatomiczną a cechami fizjologicznymi i biochemicznymi, mogą w przyszłości pozwolić na poznanie skłonności do wielu chorób, pozwolić na szersze stosowanie profilaktyki, w której rola biologii porównawczej człowieka — antropologii, w ustaleniu tych związków, może stanowić podstawę „kliniki zdrowego człowieka". W związku z tym badania zmienności cech morfologicznych w powiązaniu ze zmiennością fizjologiczną i biochemiczną stanowią dla biologii człowieka jedno z najważniejszych zadań. Z dotychczasowych osiągnięć w tym względzie

warto przytoczyć, że istnieją zależności między budową ciała a niektórymi właściwościami i wartościami układu erytrocytarnego krwi. U osób typu atletycznego liczba czerwonych krwinek i poziom hemoglobiny (Hb) oraz średnie jej stężenie w krwinkach są przeciętnie większe niż u przedstawicieli typu pyknicznego, a zwłaszcza typu leptosomicznego. Wydaje się również, że średnie wartości hematokrytu są najwyższe u pyknków, najniższe natomiast u leptosomów.

Związek między budową ciała a fizjologią, funkcjonowaniem układu wewnątrzwydzielniczego oraz typem przemiany materii jest niezaprzeczalny, choć mało udokumentowany. To samo dotyczy również struktury i funkcji układu nerwowego. Fakt ten wynika z trudności oceny funkcjonowania gruczołów wydzielania wewnętrznego. Warto jednak nadmienić, że wydzielanie z moczem 17-ketosterydów, które stanowią końcowy produkt metabolizmu androgenów nadnerczy, testosteronu i kreatynin koreluje ze stanem rozwoju tkanki mięśniowej, kostnej oraz z ciężarem ciała.

Konstytucja a cechy psychiki były przedmiotem uogólnień dawnych autorów. Korelacja między somatotypem a inteligencją jest słaba. Silniejsze są natomiast związki z temperamentem. Według Kretschmera typ pykniczny cechuje temperament cyklotymiczny (typ żywy, porywczy, wesoły, szybki, ze stylem działania skłonnym do improwizacji, z konkretnym myśleniem, łatwym porozumiewaniem). Typ leptosomiczny cechuje temperament schizotymiczny (cechuje go natura o podwójnej osobowości, na zewnątrz nieśmiałość czy obojętność, pustka uczuciowa, wyrafinowana wrażliwość, bogata wyobraźnia, myślenie uporczywe, surowe, abstrakcyjne, porozumiewanie łatwe). Typ atletyczny cechuje temperament wiskozny (barykinetyczny) (reakcje powolne i ociężałe, rzadko wybuchowe i gwałtowne, działanie stałe i uporczywe, porozumienie trudne, myślenie mało abstrakcyjne). Również Sheldon wyróżnił związki między biotypem a psychiką. Komponenty temperamentu wyróżnione przez Sheldona to: viscerotonia, somatotonia i cerebrotonia. Związki endomorfii z viscerotonią, mezomorfii z somatotonią i endomorfii z cerebrotonią są wyraźne ($r = 0{,}8$). Viscerotonię cechuje towarzyskość, pogoda, tolerancja, uprzejmość, pragnienie sympatii, równomierność nastroju; somatotonię — energiczna aktywność, odwaga fizyczna, chęć władzy, ryzyko, niewrażliwość, natomiast cerebrotonię — tendencja do powściągliwości, wyostrzona uwaga, nadmierna szybkość reakcji.

Postawa ciała

Zmiany zachodzące w postawie ciała w rozwoju osobniczym opisano w części czwartej - rozdz. 2. W tym miejscu zaznajomimy Czytelnika z opisem i klasyfikacją typów postawy ciała stosowaną np. w antropometrii i higienie szkolnej. Obserwacje postawy ciała odgrywają ważną rolę informując o pewnych cechach szkieletu i o czynnościowym stanie mięśni. Informacje te dają wskazówki np. dla wychowania fizycz-

nego celem poprawienia, na drodze doboru odpowiednich ćwiczeń, złej postawy ciała.

Pojęcie idealnej postawy ciała jest z punktu widzenia biologu abstrakcyjne. Pojęcie to wprowadzono studiując klasyczne ideały estetyczne starożytnych Greków i Rzymian. Poszukiwanie jednego kanonu postawy normalnej jest nieuzasadnione.

> Postawa prawidłowa jest to taki rodzaj normalnego sposobu trzymania się, który pozostaje w zgodności z dynamiką rozwojową człowieka w danym okresie jego rozwoju osobniczego

Normalny sposób trzymania się jest taką pozycją, jaką utrzymuje zdrowy, wypoczęty, stojący człowiek.

Według L. T. Browna, istnieją cztery zasadnicze typy postawy określone pierwszymi literami alfabetu A — bardzo dobra, B — dobra, C — wadliwa, D — bardzo zła. Charakterystyka opisowa tych postaw jest następująca:

Postawa A — głowa utrzymana prosto w linii klatki piersiowej i stóp, klatka piersiowa wypukła i wzniesiona ku górze, brzuch płaski, lordoza lędźwiowa lekko zaznaczona;

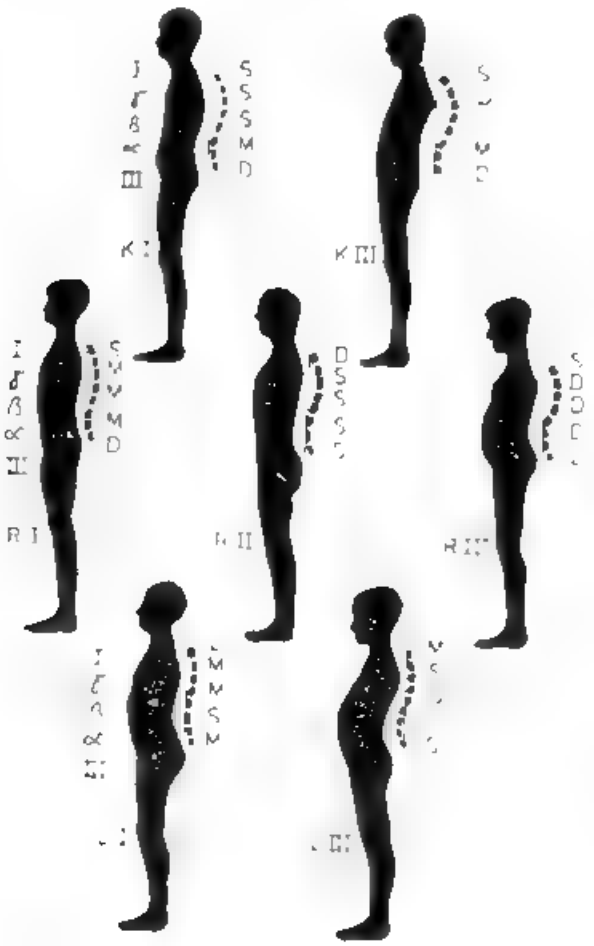
Postawa B — odznacza się większym wychyleniem głowy ku przodowi, mniej wzniesioną klatką piersiową, płaskim brzuchem, zaokrąglonymi plecami, wyraźną lordozą lędźwiową;

Postawa C — głowa jest wysunięta ku przodowi wystając przed klatkę piersiową, która jest płaska, brzuch jest wysunięty do przodu — wypukły, plecy są zaokrąglone bądź lekko zgarbione, lordoza lędźwiowa silnie zaznaczona;

Postawa D — głowa jest nadmiernie wysunięta do przodu, klatka piersiowa płaska, często zapadnięta, brzuch wypukły, opuszczony ku dołowi, plecy mocno zgarbione, wyraźna lordoza lędźwiowa.

Z badaczy polskich N. Wolański wyróżnił trzy zespoły dziewięciu typów postawy ciała

Typy kifotyczne KI, KII, KIII, u których kifoza piersiowa jest większa od lordozy lędźwiowej;



Ryc. 2.2.22. Typy postawy ciała (wg Wolańskiego): KI i KIII — typy kifotyczne, RI, RII i RIII — typy równoważne, LI i LIII — typy lordotyczne

I — odcinek piersiowy górny, *γ* — nachylenie odcinka piersiowego górnego, *β* — nachylenie odcinka piersiowo-lędźwiowego, *α* — nachylenie odcinka lędźwiowo-krzyżowego, *III* — wysokość odcinka lędźwiowo-krzyżowego, *M* — mała wielkość danego odcinka lub kąta, *S* — średnia wielkość, *D* — duża wielkość

Typy równoważne RI, RII, RIII posiadające kifozę piersiową w przybliżeniu równą lordozie lędźwiowej;

Typy lordotyczne LI, LII, LIII reprezentują ludzi, u których lordoza lędźwiowa jest większa od kifozy piersiowej. Autor ten opracował również metodę punktową określania typów postawy, która uwzględnia wnikliwie drobne odchylenia w postawie. System ten polega na określeniu punktami karnymi odchyleń w ułożeniu poszczególnych elementów postawy ciała według poniższego schematu.

Ustawienie głowy:
0 — nos nie wystaje w przód przed rękojeść mostka,
1 — twarz nie wystaje w przód przed rękojeść mostka,
2 — twarz wystaje w przód przed rękojeść mostka, głowa jest silnie pochylona do przodu;

Ustawienie barków:
0 — szczyt barków znajduje się na tle tylnej części szyi,
1 — szczyt barków znajduje się na tle przedniej części szyi,
2 — szczyt barków znajduje się przed konturem szyi;

Ustawienie i kształt klatki piersiowej:
0 — klatka piersiowa dobrze wysklepiona,
1 — klatka piersiowa nieco spłaszczona,
2 — klatka piersiowa płaska;

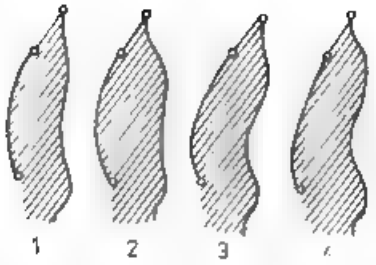
Ustawienie łopatek:
0 — łopatki tworzą jednolitą płaszczyznę pleców,
1 — łopatki odstają od konturu pleców na więcej niż szerokość palca badanego,
2 — łopatki odstają od konturu pleców na więcej niż dwa palce;

Krzywizny boczne kręgosłupa (skoliozy):
0 — brak widocznych skrzywień bocznych,
1 — linia wyrostków kolczystych odchyla się od pionu o ponad 2 cm,
2 — linia wyrostków kolczystych odchyla się od pionu o ponad 4 cm;

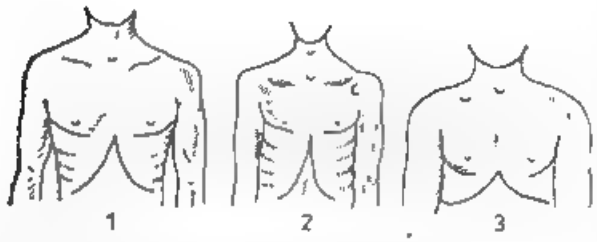
Ustawienie brzucha:
0 — brzuch płaski,
1 — uwypuklony, lecz nie wystający przed linię klatki piersiowej,
2 — brzuch wystający przed linię klatki piersiowej lub obwisły;

Ustawienie kolan do przodu:
0 — kończyny proste, kolana i pięty przylegające do siebie jednocześnie,
1 - kolana (lub pięty) nie przylegające do siebie, gdy pięty (lub kolana) są lekko złączone (przy wyprostowanych kończynach w kolanach), na odległość ponad 1 palca badanego,
2 - kolana (lub pięty) nie przylegają do siebie przy sytuacji jak w punkcie poprzednim, odległość jest większa niż 3 palce badanego. Wyróżnić tu można też czy nogi są koślawe (w kształcie litery x), czy szpotawe (w kształcie litery o):

Wysklepienie stopy:
0 — stopa dobrze wysklepiona,
1 — stopa spłaszczona,
2 — stopa płaska.



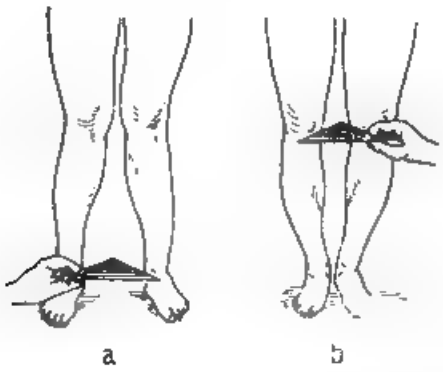
Ryc. 2.2.23. Typy tułowia (wg V. Fettera)
1 — prosty, 2 — nachylony, 3 — lordotyczny, 4 — kifotyczny



Ryc. 2.2.24. Typy klatki piersiowej
1 — normalna, 2 — asteniczna, 3 — krótka

Postawa jest bardzo dobra wtedy, gdy suma punktów wynosi 0-4, postawa dobra odpowiednio 5-8 punktów, 9-12 punktów — postawa zła, 13-16 punktów — postawa bardzo zła. Podstawowym momentem oceny prawidłowości budowy morfologicznej jest stwierdzenie symetryczności budowy narządu ruchu, którą określa się w płaszczyźnie horyzontalnej, frontalnej i strzałkowej.

Elementy cech budowy składające się na postawę ciała mają istotne znaczenie dla funkcjonowania organizmu. Mogą one warunkować zmniejszenie sprawności



Ryc. 2.2.25. Sposób określania ustawienia kończyn dolnych: a — koślawych (x), b — szpotawych (o)

Ryc. 2.2.26. Typy odbitek stóp (wg W. Bunaka)
1 - 2 — wydrążona, 3 - 4 — silnie wysklepiona, 5 - 6 — wysklepiona, 7 - 10 — płaska

fizycznej, powodować szybsze męczenie się czy zaburzać normalne funkcje organizmu. Znana jest mniejsza wydolność funkcjonalna stóp płaskich czy nadmiernie wysklepionych (wydrążonych). Z koślawością kolan (walgizacja) wiążą się na ogół większe zakresy ruchu i większa sprawność, gdy przy szpotawości (warylizacji) zwiększa się wydolność statyczna i siłowa nóg.

Funkcjonalna ocena postawy ciała jest dokonywana przez próby czynnościowe. Prowadzone są pomiary gibkości kręgosłupa, jako różnicę długości kręgosłupa w czasie wyprostu i skłonu, bada się kilkoma metodami wydolność stopy (ocena wysklepienia pod obciążeniem, pomiary kąta nachylenia stępu stopy obciążonej ciałem i nieobciążonej, ocena odbitek stóp) oraz przeprowadza się goniometryczne pomiary ruchomości stawów.

Symetria i asymetria ustroju

Problemy symetrii i asymetrii ustroju człowieka od dawna stanowią przedmiot zainteresowania przedstawicieli licznych nauk, jak np. antropologii, anatomii prawidłowej, ortopedii, ortodoncji, psychologii czy nauki o wychowaniu fizycznym.

Podobnie jak większość kręgowców człowiek jest zbudowany według planu symetrii dwubocznej. Płaszczyzna pośrodkowa dzieli ciało człowieka na dwie symetryczne połowy — antymery (prawą i lewą).

Począwszy od podziału zapłodnionej komórki jajowej na dwie połowy przez wczesne stadia rozwoju embrionalnego, widoczna jest zasada zwierciadlanego odbicia kształtów zewnętrznych i budowy wewnętrznej ustroju. Od zasady symetrii we wczesnych etapach ontogenezy pojawiają się stopniowo i nasilają liczne przejawy asymetrii. Z tych względów pomimo ogólnej zasady symetrii można mówić o typowej normalnej asymetrii budowy ciała człowieka. Liczne parzyste narządy, jak płuca, nerki, półkule mózgu różnią się (prawe i lewe) od siebie kształtem, wielkością i położeniem. Tak więc lewa półkula mózgu jest zwykle większa od prawej, a więc wymiary lewej części czaszki również są nieco większe od prawej, płuco prawe różni się od lewego większą pojemnością itd. Symetryczne zawiązki narządów nieparzystych wykazują w rozwoju narastającą asymetrię (żołądek, serce, wątroba, trzustka). Cechy budowy somatycznej człowieka odzwierciedlają asymetrię układu kostnego i mięśniowego. Często więc widoczne jest niewielkie boczne skrzywienie kręgosłupa, skośne położenie mostka, pochylenie barków i miednicy. Podnosi się też fakt, że prawa połowa ciała człowieka jest przeciętnie nieco cięższa od lewej.

Asymetria budowy ciała płodów i noworodków zaznacza się bardzo słabo. Nie ujawnia się ona poza przypadkami patologicznymi w cechach budowy kości długich, w budowie mięśni. Pewne zewnętrzne tendencje do asymetrycznych kształtów są powodowane ułożeniem płodu w łonie matki. W związku z tym szerokość szpary ocznej, położenie małżowiny usznej, szerokość prawej połowy nosa, położenie prawej części szpary ustnej są niekiedy inne niż po stronie lewej. Jednakże brak jest w tym okresie różnic w wymiarach prawych i lewych kości ciemieniowych, skroniowych, jarzmowych, szczękowych czy lewej i prawej połowy żuchwy.

U dzieci i młodzieży wraz z wiekiem nasilają się stopniowo przejawy asymetrii. Do momentu obciążenia prawej ręki przez dzieci szkolne noszące teczki, przeciętnie nieco wyżej jest prawy bark, a od wieku około 9 - 10 lat stopniowo wyżej położony staje się bark lewy, gdy natomiast zwiększa się szerokość prawego barku w stosunku do lewego mierzona od osi głównej ciała. To samo zjawisko dotyczy pewnej asymetrii w położeniu miednicy — większa nieco wysokość lewego grzebienia talerza kości biodrowej. Wraz z wiekiem wyraźniejsza staje się również asymetria twarzy. Proporcjonalnie do dominacji lewej półkuli mózgu nasilają się różnice w wymiarach prawej i lewej części puszki mózgowej. Proporcjonalnie do tego również lewa część twarzy coraz bardziej zwiększa swe wymiary szerokościowe w stosunku do części prawej, która zwykle jest węższa, lecz nieco dłuższa. Niesymetryczna jest również

wielkość zatok szczękowych i czołowych. Odchylenia od zasady symetrii wykazuje też przegroda nosowa i kości nosowe.

U dorosłego człowieka oprócz wyżej opisanych przejawów asymetrii stwierdza się asymetrię kończyny górnej i dolnej. Tak więc dłuższe przeciętnie jest prawe ramię i przedramię oraz większe są ich obwody, jednak dłuższa jest przeciętnie lewa ręka, podczas gdy prawa wykazuje większą szerokość i wysokość. O ile przeciętnie prawa kończyna górna dłuższa jest o około 1 cm od lewej, to w pomiarach kończyn dolnych widoczna jest przeciętnie wyraźna dominacja długości kończyny lewej, która jest dłuższa o około 10 - 13 mm. Nieco dłuższa jest również lewa stopa. Oprócz tego stwierdza się większy obwód uda, podudzia i kostki kończyny lewej. Opisane przejawy asymetrii wymiarów zewnętrznych dotyczą również różnic w rozwoju unaczynienia, unerwienia oraz w rozwoju kości i mięśni.

Wyżej przedstawiono ogólne dane dotyczące przejawów asymetrii morfologicznej człowieka. Z tego opisu wynika, że przeciętnie asymetria morfologiczna przejawia się w dominacji lewej połowy głowy, prawej kończyny górnej i lewej dolnej. Jest to tak zwana asymetria skrzyżna. Oprócz tego bywają przypadki braku występowania tego typu skrzyżności w odniesieniu do kończyn górnych i dolnych, a obserwuje się wówczas jednostronną dominację prawych lub rzadziej lewych wymiarów ciała.

Asymetria funkcjonalna związana jest z dominacją półkul mózgowych (zwykle lewej), a przejawia się w cechach funkcjonalnych kończyny prawej i lewej. Podkreśla się więc np. większe ciśnienie tętnicze w kończynie lewej niż prawej, większą zdolność do wykonywania ruchów precyzyjnych prawej ręki, która z reguły pełni funkcję kierowniczą podczas pracy, podczas gdy lewa spełnia przeciętnie funkcje pomocniczo-przytrzymujące. Natomiast przyjęcie postawy spionizowanej i uprzywilejowanie funkcjonalne prawej kończyny górnej stwarza podstawę do częstszego preferowania w funkcjach podporowych lewej kończyny dolnej. Kończyna ta częściej niż prawa pełni również funkcje odbijające przy skokach czy też jest preferowana przez małe dzieci przy wchodzeniu na stopnie — częściej wchodzą prawą nogą i dostawiają lewą, ona bowiem pełni funkcje podporowo-odbijające. Ogólny brak przewagi czynnościowej jednej strony ciała nad drugą nazywa się obustronnością. Przypadki oburęczności, czyli tzw. ambidekstrii częstsze są u ludów prymitywnych niż u ludności wysoko cywilizowanych społeczeństw. Mimo to już w pradziejach u człowieka wyraźnie zaznacza się praworęczność, czego dowodem są malowidła naskalne w grotach, w których przebywał człowiek w okresie paleolitu. Ambidekstria oraz słabiej zaznaczona asymetria morfologiczna i dynamiczna częstsza jest u mieszkańców wsi niż miast i u przedstawicieli tych zawodów, które wymagają jednakowego zaangażowania czynnościowego kończyny (ręki) prawej i lewej. Ambidekstria częstsza jest u Japończyków, którzy przysposabiają dzieci do posługiwania się obu rękami. Najczęstsza jest jednak przewaga czynnościowa jednej strony ciała nad drugą, którą określamy jako przewagę stronną lub lateralizację. Spotyka się ludzi, u których ma miejsce dominacja jednorodna — prawooczność, praworęczność i prawonożność lub odwrotnie — lewooczność, leworęczność i lewonożność. Oprócz tego spotyka się też różne rodzaje dominacji niejednorodnej,

czyli skrzyżnej. Występuje niekiedy dominacja lewego oka, prawej ręki i lewej nogi, lewego oka, prawej ręki i prawej nogi oraz inne formy kombinacji oko–kończyna górna–kończyna dolna.

Uważa się, że przewaga jednej ręki nad drugą w zakresie precyzji ruchów i ich koordynacji pozwala człowiekowi osiągać wyższą sprawność niż u osoby niezlateralizowanej. Zwłaszcza praworęczność warunkuje tu ową wyższą sprawność.

Oburęczność wynikająca z osłabienia procesu lateralizacji nie może być utożsamiana z oburęcznością, która wtórnie jest nabyta w wyniku ćwiczeń ręki mniej uprzywilejowanej. Ważne jest to, że opóźniony proces lateralizacji zazwyczaj wiąże się z mniejszą sprawnością ruchową w wyniku gorszej koordynacji ruchów. Różnorodne odchylenia od typu lateralizacji jednorodnej prawostronnej — dominacja skrzyżna, osłabiona i niejednorodna, podobnie jak leworęczność często wiążą się z opóźnioną sprawnością umysłową — trudności w nauce pisania, czytania. Przyczyną tego mogą być różne formy dominacji skrzyżnej, lewooczność z praworęcznością i odwrotnie, co często prowadzi do tzw. pisma lustrzanego — mieszanie liter d i b, p i b. Dzieci gorzej zlateralizowane lub z opóźnieniem tego procesu wykazują gorszą orientację przestrzenną. Wszystko to stwarza wymóg zwiększonej opieki, ale bez nakłaniania do zmiany np. leworęczności.

Asymetria dynamiczna przejawia się w różnicach zakresów ruchów w stawach położonych prawo- i lewostronnie, w różnicach siły mięśniowej, napięcia mięśniowego. Przejawem tego rodzaju asymetrii jest asymetria ruchów, np. chodu, rzutów prawą i lewą ręką itd. Wielkość przejawów asymetrii dynamicznej zależy od rodzaju czynności zawodowych, rodzaju obciążeń wysiłkiem fizycznym, np. pracą czy rodzajem uprawianego sportu.

Dane różnych autorów co do przejawów asymetrii wykazują, że istnieją tu dość znaczne różnice międzypopulacyjne, które wynikają raczej z odmienności technik badawczych niż z faktycznych różnic. Zgodność obserwacji i poglądów dotyczy jednak tego, że przejawy asymetrii funkcjonalnej i dynamicznej są większe niż przejawy asymetrii morfologicznej. Ogólnie można przyjąć, że asymetria, jej różne formy lub osłabienie przejawów są zdeterminowane genetycznie. Wielkość asymetrii w dużym stopniu uwarunkowana jest przez oddziaływanie społecznych i kulturowych modyfikatorów, które w znacznym stopniu decydują i określają charakter funkcji kończyn prawych czy lewych, zwłaszcza zaś ręki.

O genetycznej determinacji asymetrii świadczą obserwacje dziedziczenia leworęczności w badaniach rodzinnych. Niektórzy badacze wskazują również na pewne związki między lewo- i praworęcznością a formą dermatoglifów.

Przyczyny asymetrycznego rozwoju półkul mózgowych i narządów wewnętrznych według niektórych tkwią w nierównomiernym rytmie wzrastania w różnej morfodynamice rozwoju osobniczego. Inne teorie wiążą asymetrię kończyn, zwłaszcza górnych, z różnorodnymi czynnikami. Niektórzy praworęczność traktują jako własność nabytą kulturowo, związaną z wielowiekową tradycją. Głoszono również poglądy związku praworęczności z asymetrycznym rozmieszczeniem organów wewnętrznych, jednak w przypadkach odwrotnego położenia trzew (*situs inversus*) nie stwierdzono leworęczności, co burzy ową hipotezę.

Budowa ciała i jej geograficzne zróżnicowanie

Wzrost

Pojęciem wzrostu określa się potocznie wysokość ciała człowieka stojącego w pozycji zasadniczej z lekko uniesioną głową. Różnice dymorficzne tej cechy wahają się w granicach 6 - 7%. Oprócz tego, że kobiety przeciętnie są niższe od mężczyzn, to cecha ta wykazuje dość znaczne różnice międzypopulacyjne. Różnice te wynikają

Tabela 2.2.3. Klasyfikacja wysokości ciała (wzrostu) w mm

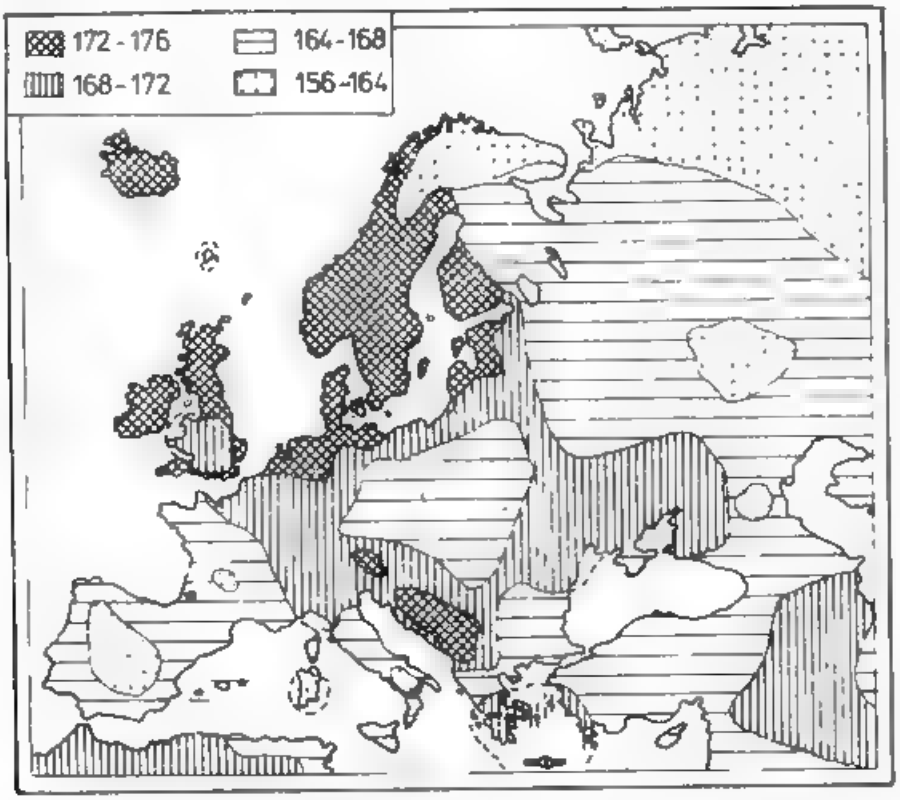
Wzrost	Mężczyźni	Kobiety
Bardzo mały	do 1599	do 1489
Mały	1600 - 1639	1500 - 1529
Średni	1640 - 1699	1530 - 1589
Wysoki	1700 - 1799	1590 - 1679
Bardzo wysoki	ponad 1800	ponad 1680

zarówno z odrębności genetycznej różnych populacji, jak również z różnic środowiskowych. Wysokość ciała brana jest pod uwagę w różnych klasyfikacjach zmienności wewnątrzgatunkowej człowieka, np. w różnych systemach typologii rasowej. Wysokość ciała jest cechą poligeniczną, w związku z czym potomstwo może różnokierunkowo odchylać się od wartości tej cechy u swych rodziców. Niemniej znana jest prawidłowość, że najczęściej dzieci rodziców wysokich są raczej wysokie, średnich są również średnie, a niskich niskie. Wydaje się, że większa wysokość ciała jest cechą dominującą. Wartości ostateczne tej cechy wykazują dość dużą zależność

Ryc. 2.2.27. Wysokość ciała mężczyzn w populacjach tubylczych różnych regionów świata

od warunków środowiskowych, zwłaszcza od jakości żywienia w okresie progresywnego rozwoju organizmu.

Do najbardziej niskorosłych populacji w świecie zalicza się populacje Pigmei Afryki, np. plemię Bambuti, którego mężczyźni dochodzą do 144 cm wysokości ciała, a kobiety do 137 cm. Inne grupy wykazują wartości tej cechy nawet około 140 cm u mężczyzn i 135 cm u kobiet. Niskorośli są też Buszmeni z Pustyni Kalahari — około 155 cm. Karłowaty wzrost cechuje Hotentotów, Andamańczyków, Semangów, Senoi z Azji. Niski wzrost cechuje też mieszkańców Półwyspu Indochińskiego, wysp Indonezji, Malajów czy Filipin. Niskorośli są Weddowie z Cejlonu,



Ryc. 2.2 28. Wysokość ciała dorosłej ludności Europy (wg Lundmana)

Lapończycy i populacje tubylcze zamieszkujące Syberię, Ajnowie i Eskimosi (157 cm). Oprócz Lapończyków (152 cm) w Europie niski wzrost posiadają mieszkańcy niektórych rejonów Hiszpanii i Włoch — około 160 cm.

Wysokorosłość jest charakterystyczna dla różnych grup nigryckich, np. dla pasterskich Watusi, Bantu, Dinka (177 cm); wysoki wzrost cechuje Patagończyków, w Europie — Skandynawów, Szkotów, Irlandczyków, Islandczyków oraz przedstawicieli niektórych narodowości Jugosławii, Albanii (175 cm). W niektórych krajach różnice wysokości ciała obserwuje się pomiędzy mieszkańcami gór (wyżsi) i nizin (niżsi). Pewne różnice można także stwierdzić w zależności od struktury społecznej, np. wysokorosłość inteligencji z wyższym wykształceniem i niskorosłość ludności rolniczej, którą cechuje również bardziej krępa budowa ciała. Podobne różnice występują niekiedy między przedstawicielami niektórych grup zawodowych i religijnych. W Polsce przeciętna wysokość ciała mężczyzn wynosi 170 cm, kobiet 158 cm. Ludność wiejska jest przeciętnie 2 cm niższa od ludności miejskiej. Bardziej

wysokorosła jest ludność w Wielkopolsce i na Pomorzu, zaś niskorosła w Kieleckiem, Lubelskiem, Rzeszowskiem i Białostockiem.

W różnych populacjach stosunek długości tułowia do długości kończyn dolnych wykazuje znaczne odmienności. U przedstawicieli odmiany czarnej tułów jest krótki, u przedstawicieli odmiany białej przy pewnym zróżnicowaniu na ogół wraz z głową stanowi około połowy wysokości ciała, gdy u przedstawicieli odmiany żółtej jest on stosunkowo długi. Ilustruje to stosunek wysokości tułowia z głową mierzonej na siedząco do wzrostu wynoszący u odmiany czarnej 45 - 50%, u odmiany żółtej 53 - 55%.

Ciężar ciała

Cecha ta nie jest tak silnie zdeterminowana genetycznie jak wysokość ciała. Wartość ciężaru ciała wykazuje wahania dobowe, sezonowe oraz związek z trybem życia, zwłaszcza z żywieniem i zajęciami ruchowymi. Wraz ze spadkiem wartości przeciętnej rocznej temperatury powietrza widoczny jest w populacjach wszystkich kontynentów wzrost wartości ciężaru ciała odnoszonego do wysokości ciała. Powyższe zależności zostały dokładniej przedstawione w części omawiającej problemy ekologii człowieka. Przy niewielkiej zmienności ciężaru aktywnych tkanek ciała osób dorosłych (mięśnie i kości) dużą zmienność wykazuje nieaktywna tkanka tłuszczowa.

Bezwzględne wartości ciężaru ciała niewiele mówią o stanie rozwoju poszczególnych układów i tkanek ciała i nie stanowią również dobrego miernika stanu odżywienia. Mimo to dla oceny typu budowy ciała, a zwłaszcza stanu odżywienia stosuje się wyliczenia należnego ciężaru ciała oraz różne wskaźniki wagowo-wzrostowe. Oprócz tabel i nomogramów prostym sposobem określania ciężaru należnego jest wskaźnik Broca-Brugscha

$$WB = B\text{-}v \text{ [w cm]} - 100.$$

Procent nadwagi łatwo jest wyliczyć z następującego wzoru:

$$\frac{\text{ciężar ciała rzeczywisty} - \text{ciężar ciała należny}}{\text{ciężar ciała należny}} \times 100.$$

Wśród licznych wskaźników odżywienia dość często stosowany jest wskaźnik Queteleta

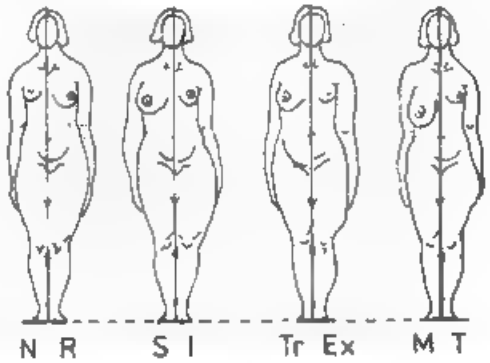
$$WQ = \frac{\text{ciężar ciała [w g]}}{B\text{-}v \text{ [w cm]}}.$$

Człowiek jest najbardziej otłuszczonym przedstawicielem rzędu naczelnych. Dymorfizm płciowy ciężaru ciała jest podobny do dymorfizmu wysokości ciała, bowiem przeciętnie mężczyźni posiadają o około 7 - 8% wyższe wartości tej cechy. Dymorfizm płciowy rozkładu tkanki tłuszczowej opisaliśmy już uprzednio przy omawianiu różnic płci. Warto zwrócić uwagę na to, że dla oceny stanu otłuszczenia ciała lepsze informacje niż stosunek ciężaru do wysokości ciała uzyskuje się za pomocą pomiarów grubości fałdów skórno-tłuszczowych. Rozkład podściółki

tłuszczowej wykazuje u ludzi pewne zróżnicowanie, które wykorzystano u kobiet do wydzielenia następujących typów:

Typ normalny (*t. normalis*) — równomierne rozmieszczenie niezbyt obfitej tkanki tłuszczowej na całej powierzchni ciała;

Typ rubensowski (*t. rubensis*) — podściółka tłuszczowa silniej rozwinięta niż u typu normalnego, rozmieszczona równomiernie na powierzchni ciała;



Ryc. 2.2.29. Typy rozmieszczenia tkanki tłuszczowej podskórnej u kobiet w związku z ich somatotypem (wg B. Škerlja, J. Brożka i E. Hunta)

N — normalny, *R* — rubensowski, *S* — superiorny, *I* — inferiorny, *Tr* — tułowiowy, *Ex* — ekstremitalny, *M* — mammalny, *T* — krętarzowy

Typ górny (*t. superior*) — tkanka tłuszczowa występuje obficiej na górnej części ciała — obręcz barkowa;

Typ dolny (*t. inferior*) — tkanka tłuszczowa występuje obficiej na dolnej części tułowia, a szczególnie na kończynach dolnych;

Typ tułowiowy (*t. truncis*) — otłuszczenie występuje na tułowiu przy szczupłych kończynach;

Typ kończynowy (*t. extremitatis*) — otłuszczenie występuje głównie na kończynach;

Typ piersiowy (*t. thoracis*) — otłuszczenie występuje na klatce piersiowej głównie w okolicach piersi;

Typ krętarzowy (*t. trochantericus*) — silny jest rozwój tkanki tłuszczowej w okolicach krętarzy kości udowych (dolna część bioder).

Ocena składu ciała

O ciężarze ciała decyduje rozwój kośćca stanowiący o jego ciężarze, ciężar mięśni, ciężar tkanki tłuszczowej i skóry oraz ciężar narządów wewnętrznych. W antropologii sportowej, żywieniowej, w fizjologii pracy i licznych działach medycyny ocena typu budowy ciała jest niewystarczająca, stąd często stosowane są tam oceny składu ciała. Dla prostych praktycznych ocen stopnia rozwoju tkanki tłuszczowej służą pomiary fałdów skórno-tłuszczowych. Najczęściej mierzy się je na ramieniu (nad *m. triceps brachii*), pod dolnym kątem łopatki oraz w górnej części brzucha na prawo nad pępkiem. Oprócz tego pomiary takie bywają czynione na policzku, na podbródku, na przedramieniu, na biodrach, na udzie i na goleni. Wiele informacji o wydolności organizmu i możliwościach termoregulacyjnych dostarczają nam dane o wielkości powierzchni ciała. Powierzchnia ciała stosowana jest do określania podstawowej przemiany materii, określa moc organizmu oraz stanowi jeden z mierników określających przesłanki wyników sportowych. Metody obliczania powierzchni

ciała opierają się najczęściej na wzorach i nomogramach w których uwzględnia się wysokość i ciężar ciała oraz obwód klatki piersiowej. Przykładem takich wzorów są propozycje

Lissauera dla dzieci $PC = 10{,}3\sqrt[3]{P^2}$,

Du-Boisa $PC = 16{,}72\sqrt{P}\sqrt{L}$,

Miva-Stölznera $PC = 4{,}375\sqrt{LPT^2}$,

Isaksona $PC = \frac{P+dH}{100}$,

gdzie PC — powierzchnia ciała,
P — ciężar ciała,
L — wysokość ciała,
T — obwód klatki piersiowej,
dH — różnica wysokości ciała w stosunku do należnej wartości 160 cm.

Ponieważ istnieją duże trudności dokonywania bezpośrednich pomiarów, dlatego stosuje się pośrednie metody określania powierzchni ciała. Powierzchnię ciała wyrażoną w m^2 klasyfikuje się następująco:

	mężczyźni	kobiety
bardzo mała	do 1,67	do 1,50
mała	1,68 - 1,72	1,51 - 1,54
średnia	1,73 - 1,83	1,55 - 1,61
duża	1,84 - 1,89	1,62 - 1,65
bardzo duża	powyżej 1,90	powyżej 1,66

Ciężar właściwy (gęstość ciała)

Już w 1898 roku J. Mies dokonywał pomiarów gęstości ciała za pomocą wagi hydrostatycznej. Pomiar ciężaru ciała zanurzonego w wodzie oraz w normalnych warunkach dawał informacje o ciężarze właściwym i o objętości ciała. Badania wykazały że w miarę wzrostu otłuszczenia ciała zmniejsza się jego gęstość. W Polsce badania densytometryczne zapoczątkowała M. Gryglaszewska-Puzynina (1939), a obecnie na szeroką skalę stosowane są one w antropologii sportowej i w ocenach stanu odżywienia. Gryglaszewska-Puzynina wykazała między innymi, że najmniejszą gęstość ciała posiada ą osobnicy o budowie typu pyknicznego — 0,9917 g/cm³, następnie wyższą gęstością charakteryzują się przedstawiciele typu leptosomicznego — 1,0123 g/cm³ i najwyższą atletycznego 1,0134 g/cm³. Liczni badacze proponują różne metody wyznaczania gęstości ciała. Jak wspomniano bezpośrednie badania tej cechy wymagają specjalnych urządzeń do ważenia ciała w wodzie. W przypadku dysponowania nimi można gęstość ciała wyznaczać ze wzoru:

$$\frac{\text{ciężar ciała ważony w otoczeniu atmosfery [w kg]}}{\text{ciężar ciała} - (\text{ciężar ciała w } H_2O + 1{,}45)}.$$

Według G. R. Cowgilla

$$CW = 0{,}22 \frac{(B\text{-}v \text{ [w cm]})\ 0{,}725}{(\text{ciężar ciała [w g]})\ 0{,}3} + 0{,}75.$$

Według Łutowinowej i wsp.

$$CW = 1{,}085591 - 0{,}00003 \cdot (B\text{-}v) - 0{,}000221 \cdot \text{obw. klatki piersiowej}.$$

Właściwości funkcjonalne organizmu w dużej mierze są zależne od masy ciała. Masa ciała wyznacza bowiem wydolność wysiłkową, do niej coraz częściej odnosi się dawkowanie licznych leków, ona określa typ przemiany materii i wyznacza potrzeby pokarmowe. Lepsza wydolność organizmu wiąże się z dużym stosunkiem tkanek aktywnych względem tkanki tłuszczowej. Badania składu ciała mają duże znaczenie w antropologii stosowanej dla wychowania fizycznego i sportu, dla antropometrii żywieniowej, fizjologii pracy oraz w śledzeniu zmian zachodzących w organizmie wraz z wiekiem. Liczni badacze przedstawili wzory, za pomocą których można oszacować zawartość tłuszczu w ustroju. Szacunki te opierają się na pomiarach fałdów skórno-tłuszczowych, które są skorelowane silnie z całą masą tłuszczu zawartą w ustroju. Proponowane są więc różne sposoby wyliczania stosunków procentowych i wagowych tłuszczu, wody i tkanek aktywnych. Masę ciała szczupłego (tkanek aktywnych) stanowi więc ciężar szkieletu (który jest względnie stały), następnie ciężar tkanki mięśniowej (wykazujący największą zmienność) i ciężar reszty tkanek. W terminologii międzynarodowej masę ciała szczupłego określa się skrótem *LBM* (lean-body-mass). Oceny stanu rozwoju mięśni nie są łatwe i proste. Rozwój ten niekiedy charakteryzuje się wskaźnikami odnoszącymi, np. obwody ramienia do długości ramienia, obwody ramienia w napięciu i w spoczynku itp. Oprócz technik rentgenowskich do takich ocen stosuje się obwody mięśniowe, np. ramienia czy innych składowych elementów kończyn górnych i dolnych (przedramię, udo, podudzie). Wartości tych obwodów uzyskuje się odejmując od normalnych obwodów grubość fałdów skórno-mięśniowych mnożonych przez stałą π. Wartości *LBM* łatwo wyliczyć znając zawartość tłuszczu w ustroju lub też stosując inne bezpośrednie wzory, jak np. wzór E. J. Creniera

$$LBM_{\text{mężczyzn}} = 0{,}8456x_1 + 0{,}4694x_2 + 1{,}440x_3 + 0{,}3935x_4 - 109{,}498\ (\pm 1{,}545),$$

$$LBM_{\text{kobiet}} = 0{,}9354x_1 + 0{,}1726x_2 - 27{,}730\ (\pm 2{,}434),$$

gdzie x_1 — obwód mięśniowy uda w cm,
x_2 — wysokość ciała w cm,
x_3 — obwód mięśniowy ramienia w cm,
x_4 — szerokość barków (a-a) w cm.

Udział procentowy tłuszczu można wyliczać stosując różne wzory, jak np. A. Keysa i J. Brożka

$$F_{\%\ \text{mężczyzn}} = 100\left(\frac{4{,}201}{D} - 3{,}813\right), \quad \text{gdzie } D \text{ — gęstość ciała.}$$

oraz H. Piechaczyka

$$F_{\%\ \text{mężczyzn}} = -8{,}948988 + 0{,}044703 \log x_1 + 0{,}0628201 \log x_2 + 0{,}027324 \log x_3,$$

$$F_{\%\ \text{kobiet}} = -12{,}770968 + 0{,}014611 \log x_1 + 0{,}102559 \log x_2 + 0{,}060924 \log x_3,$$

gdzie x_1 — grubość fałdu skórno-tłuszczowego ramienia w mm,
x_2 — grubość fałdu skórno-tłuszczowego klatki piersiowej w mm,
x_3 — grubość fałdu skórno-tłuszczowego na podudziu w mm.

Z uzyskanych wartości procentowej zawartości tłuszczu $F_{\%}$ łatwo wyliczyć ciężar tłuszczu w kg

$$F_{\text{kg}} = \frac{\text{ciężar ciała} \times F_{\%}}{100}.$$

Można również oszacować zawartość wody w ustroju, np. według wzoru Früsta (H_2O w litrach)

$$V_l = 0{,}55\, w + 0{,}51, \quad \text{gdzie } w \text{ — ciężar ciała,}$$

lub wzoru J. Parizikovej (H_2O w %)

$$V_{\%} = 100 \times 4{,}423 \ (4{,}061 : \text{gęstość ciała}).$$

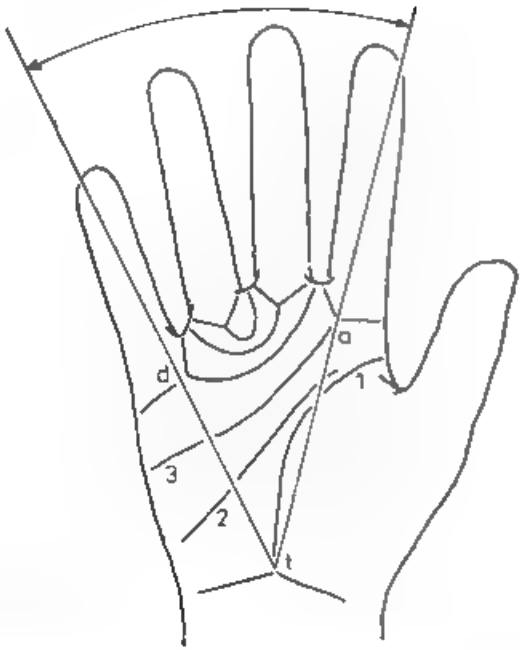
Pamiętać należy, że przytoczone wyżej wzory oraz wiele innych wzorów stosowanych do oceny składu ciała dają jedynie przybliżone wartości poszczególnych składników ciała, są obarczone pewnym błędem.

Dermatoglify

Na dłoniowych powierzchniach rąk i podeszwowych stóp występują u naczelnych bruzdy zgięciowe, których długość i charakter przebiegu wykazują zgodność z kształtem ręki czy stopy. Prócz tego występują tam w dużej liczbie cienkie epidermalne grzebienie — listewki skórne, między którymi umiejscowione są bruzdy. Drobne szczegóły listewek skórnych tworzą tak zwane linie brodawkowe — minucje.

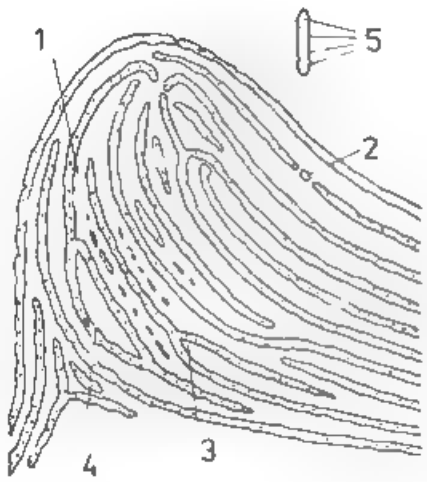
Bruzdy zgięciowe dłoni występują zwykle w liczbie 4 - 5 nie licząc odgraniczenia ręki od przedramienia przez bliższą linię zgięcia ręki (*restricta*) i niżej położoną dalszą linię zgięcia ręki (*rascetta*). Mało wyraźna jest linia palca środkowego (*linea fortunae*) biegnąca wzdłuż osi ręki. Bruzda przeciwstawna kciuka (*linea vitalis*) biegnie łukowato oddzielając wyniosłość kłębu (*thenar*) od kłębiku (*hypothenar*). Bruzda zgięcia bliższa (*linea cephalica*) rozpoczyna się poniżej bruzdy przeciwstawnej kciuka, przy brzegu bocznym dłoni, biegnąc w kierunku kłębiku. Bruzda zgięcia dalsza (*linea mensalis*) ma przebieg prawie równoległy do poprzedniej od brzegu łokciowego dłoni do palca środkowego.

Listewki skórne i ich minucje tworzą skomplikowane i niepowtarzalne wzory w obrębie określonych prawidłowości. W listewkach znajdują się ujścia gruczołów



Ryc. 2.2.30. Główne linie dłoni oraz kąt *atd*
1 — bruzda przeciwstawna kciuka, *2* — bruzda bliższa zgięcia, *3* — bruzda dalsza zgięcia

potowych, dzięki czemu przy dotyku ręki do różnych przedmiotów odbijają one na nich swój ślad. Znajdują się tam również zakończenia nerwów i dochodzą do nich drobne naczynia krwionośne. Funkcja listewek skórnych polega na odbieraniu bodźców dotykowych dzięki dużej wrażliwości czuciowej oraz wzmagają onę tarcie i przyczepność ręki do chwytanych przedmiotów, a stopy do podłoża. Ogólny obraz listewek skórnych ręki lub stóp to tzw. dermatoglif, a odcisk np. na papierze to dermatogram.. Badania przebiegu listewek skórnych, minucji oraz linii zgięć posiadają duże znaczenie w antropologii etnicznej, w antropologicznych ekspertyzach dochodzenia ojcostwa, w odróżnianiu bliźniąt jednojajowych od dwujajowych, w medycynie sądowej i kryminalistyce, w ustalaniu tożsamości osób czy w identyfikacji nieznanych zwłok. Zastosowanie tych badań ma również miejsce w poradnictwie genetycznym czy w ocenach niektórych chorób o podłożu genetycznym. Szerokie zastosowania dermatoglifiki przyczyniły się do wyodrębnienia tzw. dakty-



Ryc. 2.2.31. Przykłady występowania niektórych typów minucji
1 — linia szczątkowa (*linea rudimentalis*), *2* — punkt (*punctum*), *3* — rozwidlenie pojedyncze (*bifurcatio simplex*), *4* — oczko pojedyncze (*ocellus simplex*), *5* — pory

Nazwa minucji		Symbol	Wzór
w języku polskim	w języku łacińskim		
Początek	Initium	I	
Zakończenie	Term natio	T	
Rozwidlenie pojedyncze	Bifurcatio simplex	B_1	
Rozwidlenie podwójne	Bifurcatio duplex	B_2	
Rozwidlenie potrójne	Bifurcatio triplex	B_3	
Złączenie pojedyncze	Iunctio simplex	I_1	
Złączenie podwójne	Iunctio duplex	I_2	
Złączenie potrójne	Iunctio triplex	I_3	
Haczyk	Unculus	J	
Oczko pojedyncze	Ocellus simplex	O_1	
Oczko podwójne	Ocellus duplex	O_2	
Mostek pojedynczy	Ponticulus simplex	P_1	
Mostek bliźniaczy	Ponticulus gemellus	P_g	
Punkt	Punctum	Pm	
Odcinek	Segmentum	S	
Styk boczny	Iunctura lateralis	Ilat	
Linia przechodząca	Linea intermittens		
Skrzyżowanie	Decussatio	D	
Trójnóg	Tripus	Tr	
Linia szczątkowa	Linea rudimentalis	Lr	
Minucja typu „M", „m"	Minutia „M" formis	M	

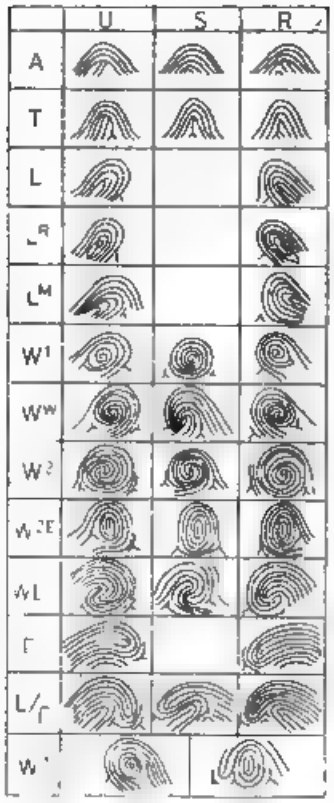
Ryc. 2.2.32. Klasyfikacja minucji listewek skórnych (wg C. Grzeszyka)

loskopii. Po raz pierwszy listewki skórne opisał J. B. Purkynje. U naczelnych występuje duży polimorfizm listewek. U małpiatek brak jest miejsc styku trzech listewek rozchodzących się w różnych kierunkach (trójramienniki), a u małp są one rzadkie. Od pozostałych naczelnych człowieka wyróżnia występowanie trójramienników u nasady palców rąk — od wskazującego do małego (II - V). Trójramiennik osiowy jest położony na dłoni w okolicy nadgarstka, a nie jak u małp w środkowej części dłoni. Prócz tego u małp układ listewek jest mniej skomplikowany jeśli chodzi o wzory na dłoni i jest on bardziej poprzeczny.

Tabela 2.2.4. Rodzinna korelacja dermatoglifów opuszek palców (wg Holta, 1961)

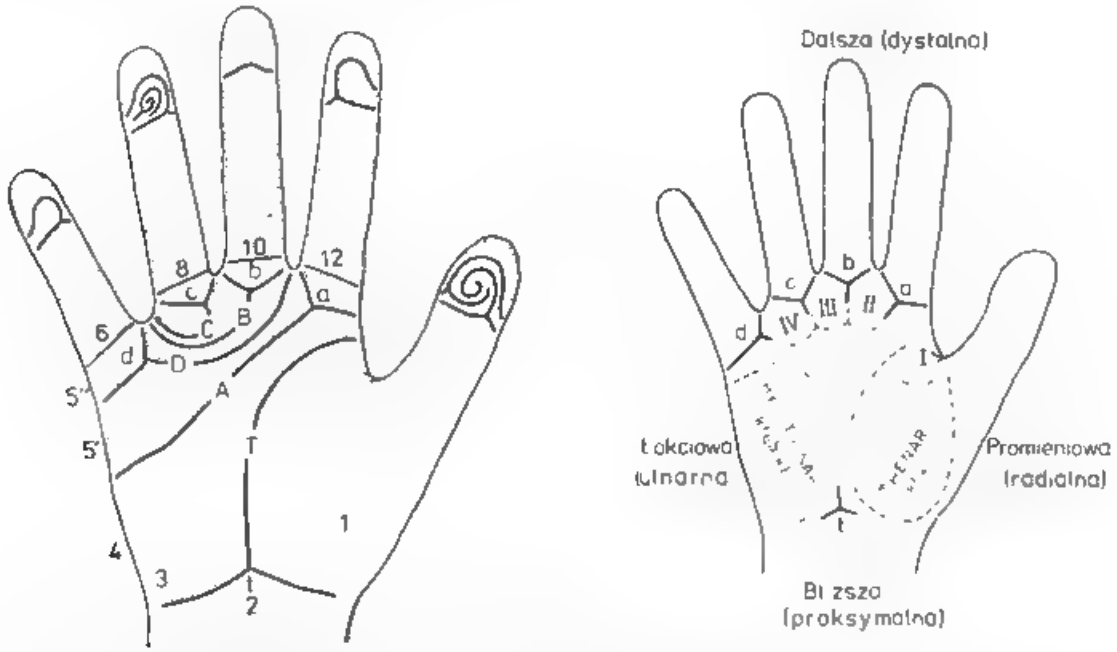
Pokrewieństwo	Wartość współczynnika korelacji	Liczba par
Rodzice–dziecko	0,48	810 (200 rodzin)
Średnia rodziców–dziecko	0,66 ± 0,03	405 (200 „)
Matka–dziecko	0,48 ± 0,04	405 (200 „)
Ojciec–dziecko	0,49 ± 0,04	405 (200 „)
Ojciec–matka	0,05 ± 0,07	200
Rodzeństwo	0,05 ± 0,04	642 (209 rodzin)
Bliźnięta MZ (jednojajowe)	0,95 ± 0,01	80
Bliźnięta DZ (dwujajowe)	0,49 ± 0,08	92

Podstawowe trzy typy wzorów wydzielił F. Galton — pętle (*L*), wiry (*W*) i łuki (*A*). Wzory listewek skórnych na opuszkach palców mogą mieć trojaką orientację: radialną (*R*), ulnarną (*U*) i symetryczną (*S*). Łuki i pętle promieniowe najczęściej występują na II palcu, pętle łokciowe na III i V, a wiry na I i IV palcu. Wiry są częstsze u mężczyzn niż u kobiet oraz na palcach ręki prawej. Zróżnicowanie międzypopulacyjne listewek skórnych wykazuje dużą

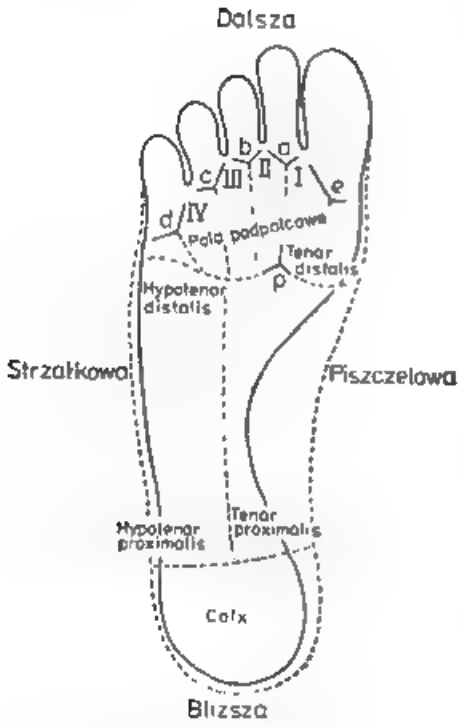


Ryc. 2.2.33. Klasyfikacja wzorów listewek skórnych na palcach rąk według typu i kierunku (wg Lestrange i Bocheńskiej): *U* — ulnarny kierunek wzoru, *S* — wzór symetryczny, *R* — radialny kierunek wzoru, *A* — łuk, *T* — łuk namiotowy, *L* — pętla, L^R — pętla rakietowa, L^M — pętla muszlowa, W^1 — wir jednocentryczny, W^W — wir wielospiralny, W^2 — wir dwucentryczny kolisty, W^{2E} — wir dwucentryczny eliptyczny, WL^2 — pętla podwójna, *Γ* — pętla gamma, *L*/*Γ* — wzór złożony, W^x — wir atypowy

zgodność z rozkładem innych cech morfologicznych, stąd bierze się zastosowanie dermatoglifów do oceny odległości biologicznych różnych populacji. W populacjach odmiany żółtej np. u Chińczyków i Indian amerykańskich duża jest częstość wzorów wirowych (50 - 65%). U Eskimosów częstość typów wzorów jest następująca: *A*=0%, *L* 35%, *W*=65%, a u nadmurskich Oroczonów *A* 0%, *L*=17,5%, *W*=82,5%. U odmiany białej pętle występują w około 65%. W populacjach od-



Ryc. 2.2.34. Przebieg głównych linii dłoni człowieka i jej podział na poszczególne pola



Ryc. 2.2.35. Podział stopy na poszczególne pola

miany czarnej częstość wirów zwiększa się z południa na północ przy odpowiednim spadku częstości występowania pętli. Na obszarach Afryki Środkowej wśród Pigmejów występuje największa częstość łuków. U Buszmenów częstość typów wzorów jest następująca: $A=16{,}4\%$, $L=67{,}4\%$, $W=15{,}1\%$. U odmiany czarnej częstość wzorów łukowych jest wysoka i wynosi ogólnie około 20%.

Na dłoni od pięciu trójramienników podpalcowych biegną główne linie dłoni. Od trójramiennika *a* II palca odchodzi linia *A*, od *b* III palca linia *B*, od *c* IV palca linia *C* i od *d* V palca linia *D*. Pola i bruzdy ręki oznaczono: *T* — kłąb palca wielkiego, *2* — pole nadgarstkowe, *3* — kłębik, *4* — wzgórek dodatkowy kłębika, *5'* — pole dalsze od bruzdy zgięciowej małego palca, *5''* — pole bliższe bruzdy zgięciowej małego palca, *6* — bruzda zgięciowa małego palca, *8*, *10*, *12* — bruzdy zgięciowe dalszych palców, IV, III, II i I — pola międzypalcowe.

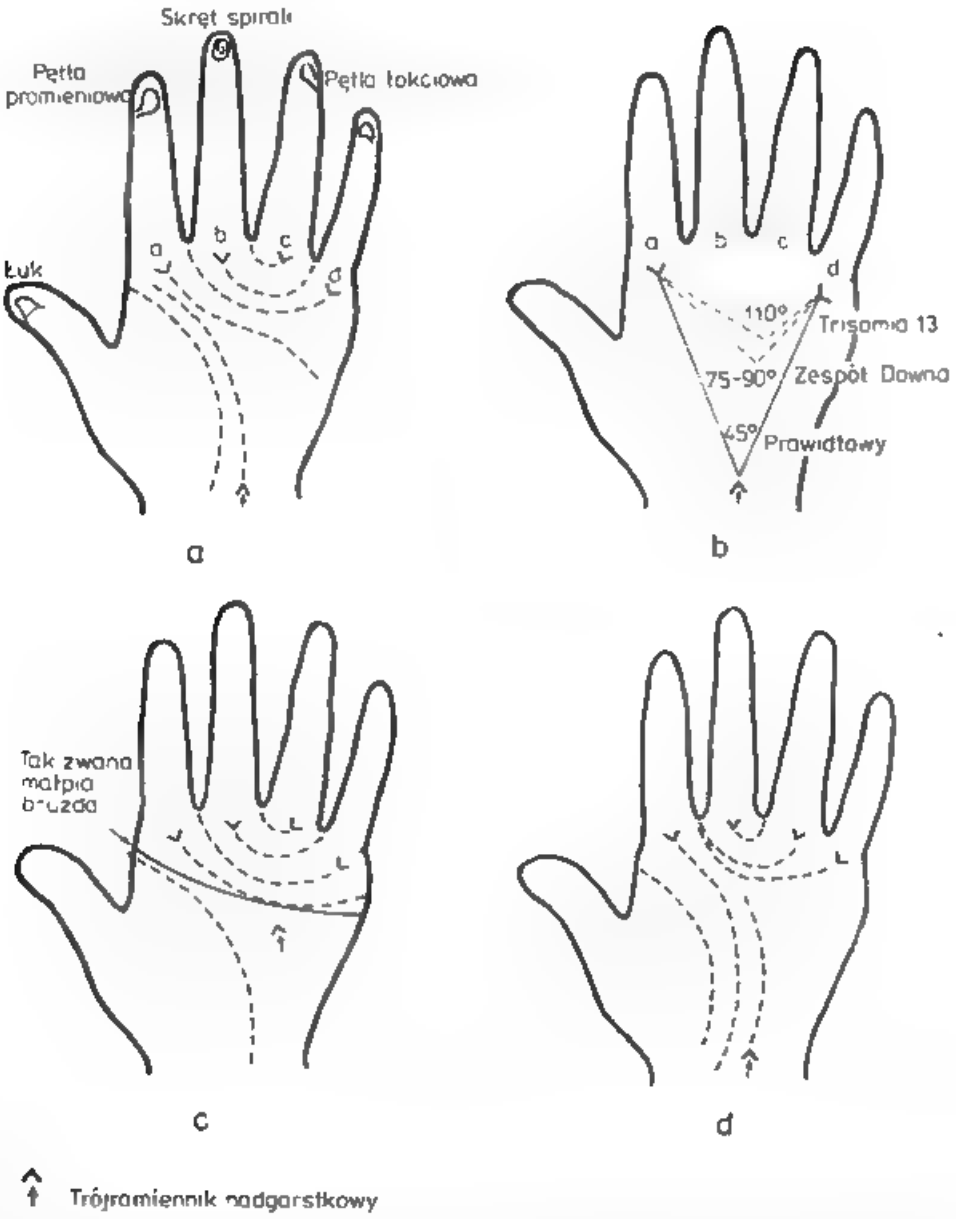
Układ listewek w strefie podpalcowej stopy jest na ogół bardziej skomplikowany niż na dłoniach, częstsze są wiry i pętle. W populacjach odmiany żółtej główne linie dłoni schodzą bardziej w dół niż u odmiany białej, a wzory w polach międzypalcowych są rzadsze. Podobnie jak w układzie listewek skórnych palców asymetria występuje również w układzie listewek dłoni i stopy oraz w przebiegu linii głównych. Istotny jest związek między typem wzorów na opuszkach palców rąk i stóp. Listewki skórne rozwijają się w fazie zarodkowej, a w czwartym miesiącu życia wewnątrzmacicznego są już ukształtowane w formie ostatecznej, która w głównej mierze zależy od genetycznej determinacji. U bliźniąt jednojajowych zbieżność dermatoglifów jest duża, lecz nie są one identyczne. W niektórych jednostkach chorobowych warunkowanych aberracjami chromosomowymi np. zespół Downa obok innych wad (trzecia powieka, klindaktylia, zniekształcenie małżowiny usznej, niedorozwój umysłowy), zamiast linii zgięciowych dłoni występuje tzw. bruzda małpia. Częstsze są wzory pętlicowe, rzadkie wiry, wartość kąta *atd* jest duża. Odmienność podobnego rodzaju obserwuje się też w zespole Turnera. Pewne odrębności dermatoglificzne obserwować można u osób dotkniętych pewnymi formami schizofrenii lub np. rozszczepów podniebienia. Badania w tym kierunku zapoczątkował L. S. Penrose. Mniejsze choć podobne poniekąd znaczenie posiadają odbitki błony śluzowej czerwieni wargowej. Bruzdy ust wykazują dwie podstawowe odmiany:

— proste mało skomplikowane grubsze bruzdy o przebiegu pionowym,

— formy siatkowate.

Między tymi typami istnieją różne formy przejściowe. Klasyfikacja bruzd jest następująca:

1 typ — mało ściągnięte bruzdy pionowe,



Ryc. 2.2.36. Nieprawidłowe układy dermatoglifów dłoni: a — normalny, b — kąt *atd* i trójramiennik nadgarstkowy (prawidłowy, w zespole Downa i w trisomii 13 - 15), c — dermatoglify i trójramiennik nadgarstkowy w zespole Downa, d — dermatoglify i trójramiennik nadgarstkowy u chorych z trisomią 18

2 typ — proste niezłożone bruzdy z małym siatkowaniem,
3 typ — silniej ściągnięte bruzdy z przecięciami i częściowym siatkowaniem,
4 typ — grube siatkowate ułożenie bruzd.

Morfologia koron zębów

Struktura koron zębów wykazuje duże zróżnicowanie morfologiczne, które między innymi wykorzystywane jest w paleoantropologii czy antropologii etnicznej. Duże znaczenie badań morfologii oraz wymiarów zębów przyczyniło się do wyodrębnienia

gałęzi nauki — odontologii. Pierwsze prace z tego zakresu były dziełem H. W. Flowera, który opisał rasowe zróżnicowanie wielkości zębów. Problematykę tę propagował G. J. Wilga, współcześnie zaś W. Stęślicka. Ta ostatnia stwierdziła, że studia morfologiczne nad ukształtowaniem koron zębowych mają doniosłe znaczenie dla systematyki człowieka, ponieważ rzeźba powierzchni zębów nie jest związana z żadnymi czynnikami funkcjonalnymi i cecha ta ma dużą wartość taksonomiczną. Pierwsze hipotezy zakładały monogeniczny sposób dziedziczenia cech morfologii zębów, co jednak wykluczają obserwacje czynione współcześnie. Oprócz różnic międzypopulacyjnych znane są różnice dymorficzne wielkości zębów czy rzeźby trzonowców człowieka, choć nie mogą one być stosowane samodzielnie w diagnozie płci (większe pierwsze górne siekacze kobiet i większa u nich częstość prymitywnego typu rzeźby).

Badania odontologiczne nie są tak proste jak dermatoglificzne ze względu na wymianę uzębienia mlecznego na stałe i stopniowe ścieranie się żujących powierzchni koron zębowych czy ubytki w uzębieniu. Z tych względów najkorzystniejszy jest do badań ludności wiek 15 - 20 lat.

Korona siekaczy wykazuje zróżnicowane formy. Brzeg przyśrodkowy i dalszy powierzchni językowej wykazują zagięcia a między nimi powstaje zagłębienie nadające siekaczom kształt szufelki (shovel shape). Forma ta występuje przede wszystkim na górnych siekaczach przyśrodkowych i bocznych, rzadko na dolnych. Wyrazistość

Ryc. 2.2.37. Kształt powierzchni językowej widzianej od strony linii zgryzu: 1 — normalny, 2 — szufelkowy

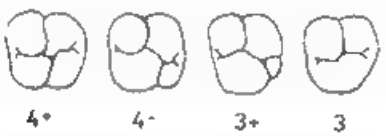
szufelkowatości wyraża się następującymi stopniami: 0 — brak, 1 — słabo zaznaczona, 2 umiarkowana, 3 — silna Szufelkowatość siekaczy jest częsta w populacjach odmiany żółtej (40 - 80%), rzadka zaś w populacjach odmiany białej (2 - 3%)

Na górnych zębach trzonowych zwłaszcza na M_2 i M_3 zaznacza się tendencja do redukcji guzka dystolingualnego — *hypoconusa* i rozwój *protoconusa*. Fazy redukcji tego guzka są następujące:

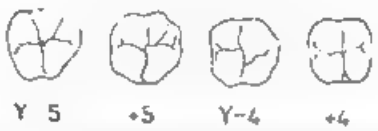
(4) — *hypoconus* dobrze rozwinięty, ząb jest czteroguzkowy,
(4—) — mniejsze wymiary względne *hypoconusa*,
(3 +) — silna redukcja *hypoconusa* postać małego guzka,
(3) — *hypoconus* jest całkowicie zredukowany, a korona zęba jest trójguzkowa z dużym *protoconusem*.

Formy występowania tego guzka są następujące:

0 — brak guzka (powierzchnia *protoconusa* gładka),
1 — w miejscu powstawania guzka powierzchnia jest lekko nierówna,
2 — niewielkie wzniesienie guzka ze słabo odcinającą wzniesienie bruzdą,



Ryc. 2.2.38. Typy guzków trzonowców szczęki



Ryc. 2.2.39. Typy guzków trzonowców żuchwy

3 — po obu stronach guzka wyraźna jest bruzda, guzek ma kształt typowy,
4 — guzek jest wyraźnie rozwinięty i całkowicie oddzielony od powierzchni *protoconusa*,
5 — guzek jest samodzielny i nieco mniejszy wymiarami od *hypoconusa* i *metaconusa*.

W populacjach europejskich formy 2 - 5 łącznie występują w częstości ponad 40%, gdy u odmiany żółtej są one rzadkie. U tubylców z Arktyki częstość ta spada do 0%.

Cechą charakterystyczną dolnych trzonowców jest występujący na bucco-mezialnej powierzchni korony protostylid. Formy występowania jego są następujące:
0 — brak,
1 — przedłużenie bruzdy westibularnej tworzy znaczne skrzywienie w kierunku dystalnym,
2 — od bruzdki westibularnej odchodzi niewielkie zagłębienie oddzielające część powierzchni w postaci fałdki,
3 — wspomniane wyżej odgałęzienie odchodzi w kierunku mezialnym i przybiera znaczną głębokość. Oddzielona fałdka ma długość około 3 mm,
4 fałdka zostaje otoczona stosunkowo głęboką bruzdą, przybiera na grubości i stanowi zaczątek guzka,
5 — guzek jest wyraźnie rozwinięty, wielkością odpowiada *hypoconulidowi*.

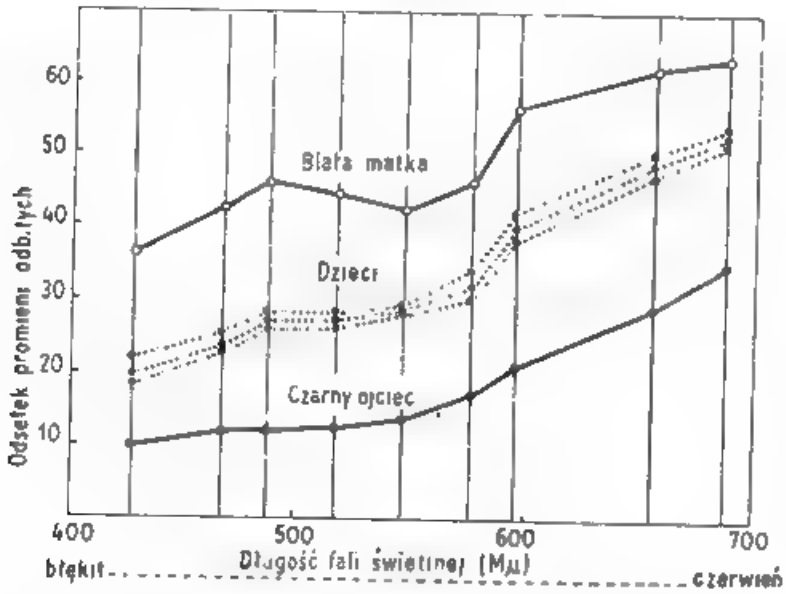
Prostostylid najczęściej występuje w populacjach odmiany żółtej (około 40%) na pierwszym trzonowcu. Na dolnych trzonowcach pod uwagę bierze się także liczbę guzków i kontakt między *protoconidem* a *entoconidem*. Położenie guzków, przy którym brak jest kontaktu między *protoconidem* a *entoconidem* oznacza się symbolem „Y". Położenie guzków, gdy oba kontaktują się ze sobą oznacza się symbolem „+". Ze względu na liczbę guzków wyróżnia się formy 5- i 4-guzkowe. Możliwość wzorów powierzchni żujących jest następująca: Y5, Y4, +5, +4,

Dla zrozumienia powyższych zagadnień z morfologii zębów przypomnijmy wiadomości znane z anatomii, że u człowieka w szczęce wyróżnia się w zębach trzonowych następujące guzki: *protoconus* — główny guzek strony językowej, *hypoconus* — tylny guzek strony językowej, *paraconus* — przedni guzek strony policzkowej, *metaconus* — tylny guzek strony policzkowej. W trzonowcach żuchwy występują natomiast: *protoconid* — przedni guzek strony policzkowej, *hypoconid* tylny guzek strony policzkowej, *metaconid* — przedni guzek strony językowej, *entoconid* tylny guzek strony językowej, *hypoconulid* (*mesoconid*) — guzek leżący między *hypoconidem* i *entoconidem*.

Pigmentacja

Zabarwienie skóry jest uwarunkowane zawartością ziarnistego pigmentu melaniny w naskórku i skórze właściwej oraz przeświecaniem czerwonego barwnika krwi w naczyniach skóry. Przy jasnej skórze przeświecanie czerwonego barwnika odgrywa

pewną rolę w jej barwie, przy ciemnej zaś nie. U noworodków i u ludzi jasnopigmentowanych ziarenka melaniny znajdują się między komórkami, a nie w ich wnętrzu. Tworzenie się pigmentu po urodzeniu kończy się po kilku dniach lub tygodniach. Jednak u ludzi pośrednio pigmentowanych proces ten trwa 5 - 6 lat. Pod względem filogenetycznym przyjmuje się, że barwa skóry odpowiadała pierwotnemu barwnikowi włosów, że powierzchnia skóry zabarwiała się w miarę zaniku owłosienia powłok. Dzieci rodziców o różnej pigmentacji skóry (np. Mulaci) wykazują zawartość melaniny zbliżoną do wartości średniej obojga rodziców. Najczęściej ludzie



Ryc. 2.2.40. Krzywe odbicia światła o różnych długościach fali dla białej matki, czarnego ojca i dzieci Mulatów

o ciemnej barwie skóry są słabiej owłosieni. Na barwę skóry oprócz wpływu promieni ultrafioletowych w pewnej mierze oddziaływują też bodźce termiczne. Geograficzne rozprzestrzenienie barwy skóry wykazuje nasilenie pigmentacji w miarę wzrostu nasłonecznienia. Od tej prawidłowości odbiegają Indianie obu Ameryk czy dawni mieszkańcy Tasmanii, lecz wynika to ze stosunkowo niedawnego zasiedlenia tych obszarów. W obszarach o dużym nasłonecznieniu u ludzi jasno pigmentowanych większa jest częstość raka skóry, co z reguły dotyka ludzi w okresie poreprodukcyjnym nie wpływając tym samym na zmiany międzypokoleniowe częstości pigmentacji. Depigmentacja skóry ku północy wiąże się z większą podatnością ludzi jaśniejszych do aktywizacji witaminy D. Z tych też względów w USA krzywica częstsza jest u Murzynów w stanach północnych. Rola barwy skóry w procesach termoregulacji jest mała.

Według Luschana wydziela się następujące barwy skóry: płowobiała, białożółtawa, śniada, brunatna, brunatnoczarna. Porównania barwy skóry z odpowiednimi skalami jest oceną subiektywną. Metodą reflektometryczną polegającą na spektrofalometrii odbitych od skóry fal świetlnych w zakresie spektrum 400 - 750 mmk można uzyskać obiektywny obraz barwy.

Kolor włosów zależy od granul pigmentu zawartego w komórkach warstwy korowej włosów. W jasnych włosach mniejsza jest zawartość melaniny, choć reflektometrycznie stwierdza się jej ślady nawet u albinosów. Ziarnistości barwnika wywołującego rudy kolor włosów różnią się formą i strukturą widmową oraz budową chemiczną (rhodokeratyna).

Większość populacji ludzkich posiada włosy ciemno pigmentowane, a tylko u odmiany białej w populacjach Europy zwiększa się ku północy częstość jasnych czy rudych włosów. Duża częstość rudych włosów w Anglii wykazuje związek z częstością grupy krwi 0. W populacjach o włosach jasnych lub pośrednio pigmentowanych proces ciemnienia trwa kilkanaście lat, gdy u ciemno pigmentowanych przedstawicieli odmiany czarnej czy żółtej są one czarne już u dzieci. Wyjątek od tego stanowią Australijczycy posiadający we wczesnym dzieciństwie włosy jasne. Cecha rudości włosów jest recesywna. Oceny barwy włosów najczęściej dokonuje się za pomocą skal wzorcowych, np. Fischer-Sallera oznaczających włosy: A-E jasnoblond, F-L blond, M-0 ciemnoblond, P-T szatyn, U-Y brunet, oraz I-VI rude.

Barwa oczu zależy od ilości i rozmieszczenia melaniny w tęczówce. Ciemna barwa oczu jest na ogół dominująca w stosunku do barwy jasnej. W niektórych populacjach Europy zaobserwowano większą częstość ciemnych oczu u kobiet niż u mężczyzn, co sugeruje pewne sprzężenie tej cechy z płcią. Z faktu występowania jasnych oczu u niektórych ciemnowłosych przedstawicieli odmiany białej wynika, że niektóre geny mają wpływ tylko na kolor oczu. Tęczówka oka zawierająca pigment fuscynę jest jasna, a przymieszki melaniny, w zależności od jej ilości, nadają jej zabarwienie zielone lub brązowe. Barwa tęczówki u noworodków jest zawsze ciemno-szaro-niebieska, a prawidłowy odczyt ustala się do około 4 roku życia Różne zabarwienie obu oczu spotykane niekiedy u ludzi nazywa się heterochromią całkowitą, zaś gdy tęczówka posiada ciemniejsze plamki czy pasemka określamy to jako heterochromię częściową. Oceny barwy oczu dokonuje się przez porównanie ze skalami wzorcowymi, np. Martina, Sallera czy Schulzego. W szesnastostopniowej skali R. Martina wydziela się oczy: 1 — brunatnoczarne, 2-3 — ciemnobrunatne, 4 — brunatne, 5-6 — jasnobrunatne, 7-8 — szare, 9-10 — ciemnoszare, 11-12 — jasnoszare, 13-14-15 — niebieskie, 16 — jasnoniebieskie. Cechy pigmentacyjne skóry, włosów i tęczówki oka mają znaczenie jako kryteria podziałów rasowych.

Rozdział trzeci

Zróżnicowanie fizjologiczne i biochemiczne człowieka

Właściwości fizjologiczne i biochemiczne człowieka są zależne od płci, konstytucji, rasy. Właściwości te jakościowo warunkowane przez czynniki genetyczne, ilościowo szybciej reagują na ogół na wpływ czynników zewnętrznych.

Pod względem cech fizjologicznych i biochemicznych ludzie wykazują znacznie większe zróżnicowanie niż we właściwościach morfologicznych. Antropologia fizjologiczna i biochemiczna mimo stale rosnącej roli, nie może jeszcze poszczycić się takimi osiągnięciami jakie są udziałem antropologii morfologicznej. Integracja tych działów antropologii wiąże się na gruncie ekologii człowieka, badań wydolności fizycznej, kształtowania się właściwości biotypu w ontogenezie, w dziedziczeniu biotypu.

Różnice międzypopulacyjne odzwierciedlające biologiczne zróżnicowanie człowieka dotyczą zazwyczaj zarówno poligenicznych właściwości morfologicznych, jak i częściej monogenicznych cech fizjologicznych i biochemicznych. Te ostatnie cechy są jeszcze do dziś trudne w badaniach masowych, a to ze względu na bardziej skomplikowaną technikę i często dużą zmienność ilościową cech fizjologicznych pod wpływem czynników zewnętrznych.

Wśród zadań antropologii fizjologicznej M. Ćwirko-Godycki wymienia:

1) zbadanie zmian zachodzących w ontogenezie w różnych cechach i funkcjach ustroju człowieka,

2) ustalenie związku między różnymi cechami morfologicznymi i fizjologicznymi,

3) ustalenie fizjologicznej charakterystyki typów somatycznych,

4) ustalenie funkcjonalnego podłoża procesu morfogenezy,

5) dokonanie klasyfikacji typów fizjologicznych,

6) ustalenie norm poszczególnych cech fizjologicznych dla różnych populacji.

Pionierskie pod tym względem są prace A. Wrzoska, który np. wykazał spadek tętna z 96 uderzeń na minutę u chłopców 7-letnich do 77 u 23-letnich, gdy u dziew-

cząt z 95 uderzeń w wieku 6 lat do 82 u 21-letnich. Ogólnie tętno zmienia się z wiekiem następująco: noworodek — 130 - 150 uderzeń/min, 6 — miesięcy 130, 8 miesięcy — 120, 1 - 2 lat — 110, 2 - 4 lat — 90 - 100 i dorosły około 72 uderzeń/min. U kobiet tętno jest bardziej przyspieszone niż u mężczyzn.

Wrzosek podobną tendencję wykazał w ciepłocie ciała, która zmniejsza się stopniowo z wiekiem do około 18 lat, przy czym jest ona również wyższa przeciętnie u dziewcząt niż u chłopców. Cecha ta wykazuje również zmienność w cyklu dobowym, miesięcznym u kobiet, dlatego ustalone granice normy cieplnej nie realizują się jednakowo u wszystkich ludzi. Cecha ta wykazuje nadto pewną zależność od typu budowy ciała przeciętnie jest nieco wyższa u ludzi o budowie krępej, zwiększa się też pod wpływem wysiłku fizycznego.

Z częściej badanych cech można przytoczyć: pojemność życiową płuc (*VC*), to jest największą ilość powietrza wydychaną z płuc przy największym wydechu poprzedzonym największym wdechem. Ocena polega na obliczeniu wartości należnej dla badanego w stosunku do otrzymanej. Należną pojemność płuc określa jako jedna z wielu formuła Cournada i współautorów. Dla mężczyzn $VC=[27{,}63 - 0{,}122\times\text{wiek}]\times\text{wysokość ciała w cm}$, dla kobiet $VC=[21{,}78 - 0{,}101\times\text{wiek}]\times\text{wysokość ciała w cm}$ O wydolności układu oddechowego świadczą różne wskaźniki, których zwykle łączna analiza może być przydatna do właściwej oceny. Z innych cech stosowanych do oceny układu oddechowego warto przytoczyć jeszcze następujące: 1) objętość zapasowa wdechowa (*IRV*) — największa objętość powietrza, która może być wciągnięta do płuc poczynając od szczytu spokojnego wdechu,

2) objętość wydechowa zapasowa (*ERV*) — objętość powietrza wydmuchana z płuc, licząc od szczytu spokojnego wdechu, 3) objętość zalegająca (*RV*) — pozostała w płucach ilość powietrza po największym wydechu (różnica między całkowitą objętością płuc a pojemnością życiową),

4) objętość oddechowa (*TV*) - ilość powietrza wdychana i wydychana w czasie spokojnych oddechów,

5) całkowita pojemność płuc (*TLC*) — suma $TV + IRV + ERV + RV$. Zmienność z wiekiem wykazuje rytm oddechowy, który u noworodka wynosi 30 - 50 oddechów/min, w wieku 1 - 2 lat — 28, 3 - 4 lat — 25, 4 - 15 lat — 20 - 25 i u dorosłych — 16 - 18 oddechów/min.

Oprócz krótko tu scharakteryzowanej oceny układu oddechowego dużą wartość praktyczną posiadają badania takich cech, jak ciśnienie tętnicze krwi skurczowe i rozkurczowe. Wykazuje ono zmienność ontogenetyczną (skurczowe i rozkurczowe) od 80/46 u noworodka do 100/56 u 6 - 7-letnich i 118/60 u 14-letnich. Interesujące jest też zjawisko zmienności tej cechy w niektórych populacjach. U ludności Europy i Ameryki Północnej ciśnienie jest następujące: 20 lat - 120/80, 40 lat — 130/84 i 60 lat — 140/89. U tubylców z Kenii w wieku 20 - 25 lat wartość tej cechy wynosi 123/80, a w wieku 55 - 60 lat — 106/70, w Chinach zaś odpowiednio 114/75 i 127/82. Z innych cech zainteresowanie budzą: czucie skórne na działanie temperatury, dotyku, bólu, czucie mięśniowe, ostrość wzroku, słuchu, powonienia, dermografizm i wiele innych. Liczne z nich jak np. wrażliwość smakowa na fenylotiomocznik (PTC)

wykazują różnice międzypopulacyjne w zależności od płci i wieku (większa jest np. wrażliwość smakowa kobiet).

W antropologii fizjologicznej stosowane są różne metody fizjologiczne, takie jakie daje się stosować w badaniach masowych. Układ krążenia charakteryzować będzie np. częstość tętna, ciśnienie krwi, układ oddechowy — testy spirometryczne. Rutynowo prowadzi się też pomiary ciepłoty powierzchniowej różnych okolic ciała dzięki stosowaniu termometru termistorowego. Interesujące są też badania populacyjne poziomu cholesterolu oraz lipidów w związku z biotypem ludzi, dziedziczenie tej właściwości, a także badania ostrości wzroku, słuchu, powonienia, czucia temperatury, bólu, czucia mięśniowego, twardości i elastyczności mięśni.

Poprzednio wspominaliśmy o zależności między cechami budowy somatycznej a właściwościami fizjologicznymi, które nie zostały dotychczas precyzyjnie określone. Punktem wyjścia dla tych problemów może być badanie czynnościowych zależności między cechami układu nerwowego a pozostałymi układami — krążenia, oddechowego, wewnątrzwydzielniczego. Znany jest np. związek między typem budowy i składem ciała a zdolnościami dostosowawczymi do temperatury. Większe dostosowanie do klimatu ciepłego wykazują ludzie o budowie leptosomicznej, zaś do zimnego — o budowie pyknicznej.

Zróżnicowanie serologiczne

W centrum zainteresowania antropologii leży również podstawowy składnik żywej materii — białko. Szczególnie duże znaczenie mają białka grupowe krwi. T. Mollison wykazał ich znaczenie dla badań procesów antropogenezy. Każdy osobnik posiada swoją własną specyfikę budowy białek, która jest uwarunkowana genetycznie i nie podlega wpływom środowiska. Ta specyfika białek ma olbrzymie znaczenie w transplantacji narządów i tkanek. Różne narządy są zbudowane z różnych białek wykazujących pewne podobieństwo międzygatunkowe. Białka grupowe krwi wykazują u ludzi duży polimorfizm oraz u innych naczelnych odmienności międzygatunkowe. Reakcje precypitacyjne przeprowadzone przez Mollisona na prymatach dały obraz wzajemnego pokrewieństwa tej grupy zwierząt. Mollison wysunął teorię, że pokrewne gatunki mają podobne właściwości struktur białkowych — proteale. Proteale posiadające większą liczbę atomów są u gatunków wyżej rozwiniętych.

W 1875 roku Landois podczas transfuzji krwi stwierdził reakcję surowicy biorcy z krwinkami dawcy. Przyjmuje się, że izoaglutynacje — zlepianie krwinek czerwonych opisał w 1896 r. H. Durham, a zjawisko wytrącania — precypitację R. Kraus w 1898 r. W początkach XX wieku opisano trzy podstawowe metody: aglutynację, precypitację i wiązanie dopełniacza. W 1895 roku J. Bordet stwierdził, że surowica krwi jednego gatunku strąca krwinki innego gatunku — heteroaglutynacja K. Landsteiner w 1901 roku wykrył tym sposobem trzy grupy krwi systemu *ABO*. Od tego czasu datuje się rozwój nauki o właściwościach krwi człowieka i in-

nych zwierząt — serologii (serodiagnostyka, seroterapia, seroprofilaktyka). Wykrywaniem i analizą wewnątrz- i międzypopulacyjnego zróżnicowania grup krwi oraz ich dziedziczeniem zajmuje się seroantropologia, której początek dał w latach 1910 - 1918 L. Hirszfeld, zwłaszcza swymi badaniami w Macedonii.

Zasługą J. Mydlarskiego było przeprowadzenie pierwszego na świecie masowego zdjęcia seroantropologicznego ludności Polski w 1925 roku i wyświetlenie zróżnicowania grup systemu *ABO* tej ludności.

O właściwościach grupowych krwinek czerwonych decydują zawarte w nich antygeny zwane aglutynogenami oznaczone literami *A*, *B* i *O*. O właściwościach surowicy decydują przeciwciała-aglutyniny oznaczone *a* i *b* lub anty-*A* i anty-*B*.

W krwinkach czerwonych osobników należących do grupy *O* nie stwierdza się antygenów grupowych, natomiast w ich surowicy znajdują się przeciwciała anty-*A* i anty-*B*, w krwinkach grupy *AB* występują oba antygeny, a w surowicy brak jest przeciwciał.

Grupa krwi	W krwinkach obecny antygen	W osoczu aglutyniny
A	*A*	*b* (anty-*B*)
B	*B*	*a* (anty-*A*)
O	—	*a* i *b* (anty-*A*, anty-*B*)
AB	*A* i *B*	—

Przeciwciała mogą zniszczyć antygeny na zasadzie ich zlepiania — aglutynacji (izoaglutynacja, heteroaglutynacja), rozpuszczania — lizy i wytwarzania z antygenów zbitego osadu — precypitacji. Pojawienie się przeciwciał pod wpływem obcych dla ustroju antygenów świadczy o uruchomieniu procesów obronnych (odpornościowych) — są to przeciwciała odpornościowe, które można np. wprowadzać do ustroju w drodze szczepień ochronnych. Z istnieniem naturalnych przeciwciał wiążą się podstawowe zasady przetaczania krwi według następującego schematu:

Antygeny grupowe międzyosobniczo wykazują różną moc. Wśród ludzi z grupą *A* w około 80% przypadków stwierdza się w krwinkach czerwonych silny antygen odmiany A_1, a kolejno słabsze są odmiany A_2, A_3, A_4, A_5 itd., które są rzadsze. Podobnie rzecz ma się w grupie *B*, lecz obserwuje się mniejszą różnorodność siły antygenów. Wynikają stąd różne możliwości połączeń jak np. *AA*, A_2B, *AB* itd. Substancje grupowe tego systemu można badać na materiałach kostnych i na mumiach pochodzących z różnych okresów pradziejowych. Badania serologiczne grup *ABO* i innych systemów znalazły zastosowanie w ekspertyzach ustalających ojcostwo. Wykorzystuje się tu schemat dziedziczenia grup krwi przedstawiony w ta-

Tabela 2.3.1. Dziedziczenie cech grupowych układu *ABO*

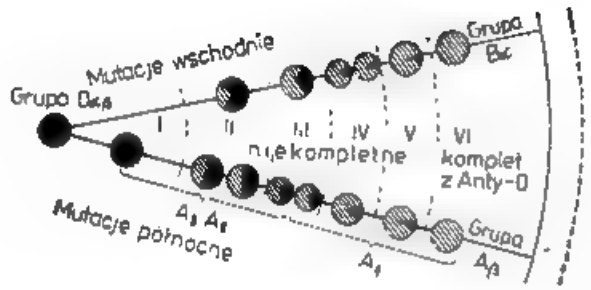
Rodzice		Dzieci	
fenotyp	genotyp	fenotyp	genotyp
$A \times A$	$AA \times AA$	AA	A, O
	$AA \times AO$	AA, AO	
	$AO \times AO$	AA, AO, OO	
$A \times B$	$AA \times BB$	AB	A, B, AB, O
	$AA \times BO$	AB, AO	
	$AO \times BB$	AB, BO	
	$AO \times BO$	AB, AO, BO, OO	
$A \times AB$	$AA \times AB$	AA, AB	A, B, AB
	$AO \times AB$	AA, AB, AO, BO	
$A \times O$	$AA \times OO$	AO	A, O
	$AO \times OO$	AO, OO	
$B \times B$	$BB \times BB$	BB	B, O
	$BB \times BO$	BB, BO	
	$BO \times BO$	BB, BO, OO	
$B \times AB$	$BB \times AB$	AB, BB	A, B, AB
	$BO \times AB$	AB, BB, AO, BO	
$B \times O$	$BB \times OO$	BO	B, O
	$BO \times OO$	BO, OO	
$AB \times AB$	$AB \times AB$	AA, AB, BB	A, B, AB
$AB \times O$	$AB \times OO$	AO, BO	A, B
$O \times O$	$OO \times OO$	OO	O

beli 2.3.1. Przypuszcza się, że pierwotnie człowiekowate posiadały krew grupy *O*, zaś grupy *A* i *B* powstały drogą mutacji, choć niektórzy twierdzą, że pierwotna była grupa *AB*, która na drodze mutacji utraciła zawiązek dziedziczny *A* lub *B* czy oba *A* i *B*. Odmienny od ostatniego pogląd miał na ten temat L. Hirszfeld, który z R. Anzelm ustalił szereg rozwojowy grup według siły działania przy założeniu, że właściwości *A* i *B* są widziane jako odmiany grupy *O*

$$A_c - \underbrace{A_j - A_r - A_m}_{A_1} - A_2 - A_3 - A_4 - A_5 - O$$

$$B_c - \underbrace{B_j - B_r - B_m}_{B_1} - B_2 - B_3 - B_4 - B_5 - O$$

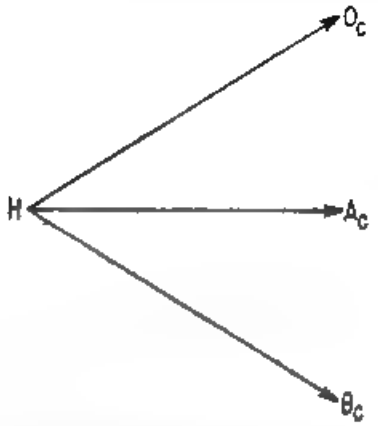
Według Hirszfelda w czasach dawniejszych najliczniejsze była grupa *O*, a kierunek mutacji prowadził do powstania grup *A* i *B*. Najliczniej pierwotnie występowały grupy: *O*, A_5, B_5, a w dalekiej przyszłości można się spodziewać spadku częstości grupy *O* i zwiększania A_c i B_c. Wywody Hirszfelda uzupełnił Boorman, Dodd



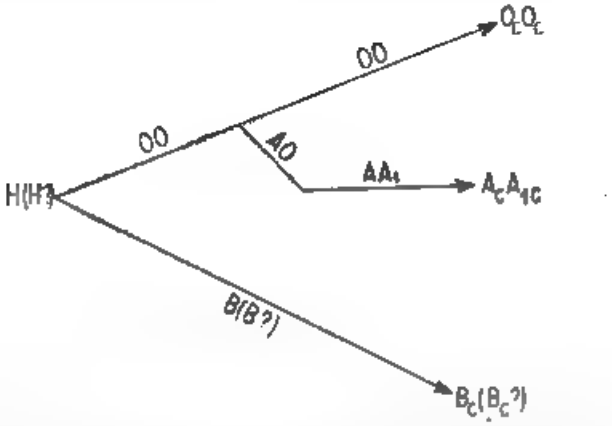
Ryc. 2.3.1. Powstawanie grup krwi według teorii plejad L. Hirszfelda

i Gilbey, a dalszej modyfikacji dokonali Morgan i Watkins. Przypuszcza się, że większość mutacji istniejących w grupach układu *ABO* to mutacje niekompletne. Im dalej posunięta mutacja, tym w krwinkach mniej jest substancji *H*. Po zakończeniu mutacji dochodzi do form kompletnych O_c, A_c, B_c.

W badaniach antropogenetycznych, tak jak to przedstawiono w części drugiej –



Ryc. 2.3.2. Ewolucja cech układu *ABO* (wg Morgana i Watkinsa)



Ryc. 2.3.3. Ewolucja cech układu *ABO* (wg Boormana, Dodda i Gilbeya) — mutacje w kierunku *B* mają przebieg prosty

Antropologia populacyjna, duże znaczenie ma obliczanie częstości genów, które spełnia równanie

$$p+q-1,$$

gdy częstość genu *A* oznacza się *p*, genu *B* — *q*, genu *O* — *r*, co pokazano w poniższym zestawieniu.

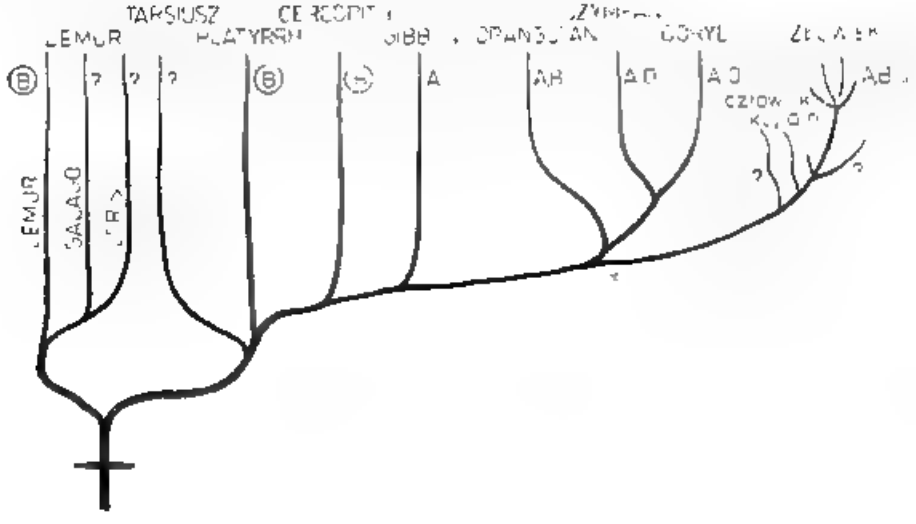
Fenotyp	Genotyp	Częstość genów
O	*OO*	r^2
A	*AA*	p^2
	AO	$2pr$
B	*BB*	q^2
	BO	$2qr$
AB	*AB*	$2pq$

Niektóre badania sugerują pewne związki grup krwi i cech somatycznych. Z dużą jednak ostrożnością należy przyjąć sugestie o tendencji do brachycephalii

u posiadaczy grupy *B* lub wyższej wysokości ciała kobiet z grupą *A* w stosunku do kobiet posiadających grupę *O*.

Wykryte przez F. Bernsteina dziedziczenie grup krwi zgodne z regułą Hardy'ego-Weinberga stanowiło impuls do formułowania genetycznych podstaw taksonomii rasowej J. Czekanowskiego. Zróżnicowanie różnych populacji i narodów jest dziś dość dobrze opisane. W świetle znanych nam danych wynika, że np. Indianie południowoamerykańscy z Ziemi Ognistej, Peru, Paragwaju czy z Wenezueli posiadają niemal w 100% grupę *O*. Szczepy indiańskie i Eskimosów cechuje duży odsetek tej grupy, przy braku lub niskich przymieszkach grupy *B*, tak charakterystycznej dla morfologicznie i genealogicznie bliskich im populacji azjatyckich. Przewagę grupy *O* osiągającą ponad 50% stwierdza się też u mieszkańców Indonezji, u pierwotnych mieszkańców Australii, w Europie zaś u mieszkańców Irlandii, Walii i Islandii oraz u niektórych ludów kaukazkich (Adżarcy i Mingrelcy 59%). Kraje europejskie cechuje przewaga grupy *A*, zaś największy jej odsetek — 50 - 60% stwierdzono u Norwegów, Lapończyków, Portugalczyków oraz u Hiszpanów. Wysoki jest również udział tej grupy w populacjach Indian północnoamerykańskich i u Eskimosów z Grenlandii. Dużą częstość grupy *B* — ponad 35% — posiadają Hindusi, Cyganie, Czuwasze, Buriaci, Kaumucy, Syjamczycy. W Europie częstość tej grupy nasila się w kierunku wschodnim wraz ze zmniejszaniem się częstości grupy *A*, co stanowi przykład zmienności klinowej.

Jak już pisaliśmy, trójdzielność odmianowa człowieka nie pokrywa się z trójdzielnością serologiczną E. Dungern z L. Hirszfeldem w obrębie grupy *A* wyróżnili podgrupy A_1 i A_2, a następnie wyróżniono podgrupy dalsze. W Polsce częstość grupy $A_1 = 88{,}4\%$ i $A_2 = 11{,}6\%$, gdy np. u pierwotnych Australijczyków, Polinezyjczyków, Melanezyjczyków, Japończyków, Indian i Eskimosów spotyka się podgrupę A_1. Cechy grupowe *ABO* stwierdza się nie tylko w krwinkach czerwonych, lecz w tkankach i narządach lub w licznych wypadkach również w płynach ustrojowych. Jak stwierdził Grubb zjawisko wydzielania jest ściśle związane z układem grupowym Lewis, mianowicie osobnicy Le^{a+} nie są wydzielaczami substancji *A*, *B*, *H* (*O*). Cecha wydzielania oznaczana jest zwykle jako *Se*, niewydzielania *se*. U nie



Ryc. 2.3.4. Rozwój układu *ABO* u naczelnych (wg Lansteinera i Millera)

wydzielaczy (*se*) substancje grupowe nie rozpuszczają się w wodzie. Liczebność wydzielaczy wynosi około 75%, a niewydzielaczy 25%. Nieco częściej wydzielaczami są mężczyźni, zaś stosunek *Se* do *se* w zależności od przynależności grupowej wzrasta kolejno od grupy $O \rightarrow A \rightarrow B$ do AB (największy odsetek *Se*). Być może substancje grupowe wydzielaczy działają ochronnie na błonę śluzową przewodu pokarmowego, a stopień tego działania zależy od przynależności grupowej, co stwierdzono w przypadku choroby wrzodowej dwunastnicy. Natomiast wydaje się, że niewydzielacze rzadziej dotknięci są chorobami przyzębia. Substancje grupowe nie występują w mózgu i w płynie mózgowo-rdzeniowym.

Landsteiner i Levine (1927) odkryli, że heteroaglutyniny uodpornionych ludzką surowicą królików dają reakcje aglutynacji z erytrocytami człowieka. Wykryto fenotypowe czynniki *M*, *MN*, *N*. Czynniki te nie są wykrywane przez izoaglutyniny. Częstość genów *M* i *N* w Europie zbliżona do siebie, na co wskazuje struktura fenotypowa: $M=30\%$, $MN=49\%$, $N=21\%$. W Polsce częstość tych grup jest szacowana następująco: $M=33{,}5\%$, $MN=48{,}3\%$ i $N=16{,}2\%$. Małe częstości grupy *N*

Tabela 2.3.2. Częstość w % grup układu *ABO* w wybranych populacjach (z danych różnych autorów)

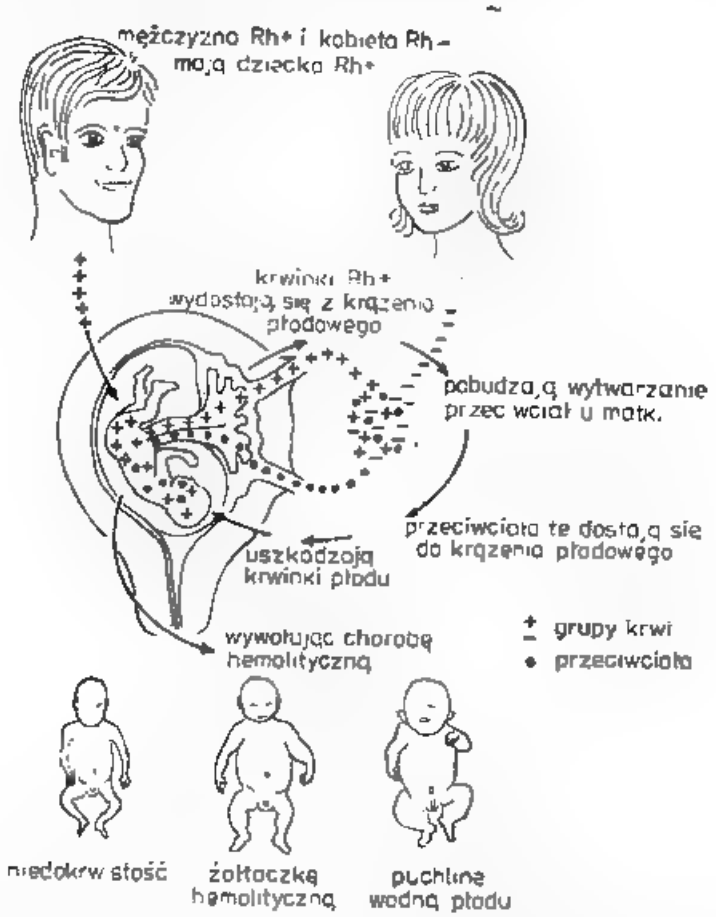
Populacja	Grupa krwi			
	O	*A*	*B*	*AB*
Albańczycy	37,8	43,0	13,2	6,0
Anglicy	46,7	41,7	8,6	3,0
Austriacy	36,3	44,1	13,4	6,0
Belgowie	46,7	41,9	8,3	3,1
Białorusini	37,1	37,2	19,7	6,0
Bułgarzy	32,1	44,4	15,4	8,1
Czesi	29,8	44,0	17,6	8,5
Duńczycy	41,1	43,5	11,2	4,1
Finowie	34,1	41,0	18,0	6,9
Francuzi	42,9	46,7	7,2	3,0
Hiszpanie	38,2	47,2	10,1	4,5
Niemcy	39,1	43,5	12,5	4,9
Polacy	33,4	38,5	19,5	8,6
Rosjanie	32,9	35,6	23,2	8,1
Szwedzi	37,7	47,3	10,0	4,9
Szwajcarzy	41,6	45,7	9,4	3,3
Walijczycy	48,0	36,9	9,2	3,3
Włosi	45,6	40,5	10,6	3,3
Cyganie (Węgry)	28,5	26,6	35,3	9,6
Arabowie	33,8	36,8	18,4	10,8
Etiopczycy	42,8	26,5	25,2	5,5
Australijczycy tub.	53,2	44,7	21,0	–
Brazylijczycy	46,9	41,2	9,1	2,6
Hindusi	33,7	24,6	32,5	9,2
Maorysi	45,6	53,8	0,6	—
Indianie (Chile)	75,6	17,2	6,2	0,6
Murzyni (Bantu)	46,1	29,5	19,6	4,8

Tabela 2.3.3. Częstość w % grup układu *MNS* w niektórych populacjach (wg R. Kelusa)

Populacja	*M*	*MN*	*N*
Polacy	35,5	48,3	16,2
Rosjanie	32,0	46,7	21,3
Szwedzi	34,0	48,1	17,9
Szwajcarzy	29,4	48,9	21,8
Anglicy	28,4	49,6	22,0
Francuzi	30,3	49,3	20,4
Niemcy	30,2	50,1	19,7
Włosi	32,1	46,7	21,2
Chińczycy	33,2	48,6	18,2
Indianie (Navaho)	84,5	14,4	0,1
Murzyni (Bantu)	27,0	51,0	22,0

występują u Indian i Eskimosów, duże natomiast u Australijczyków, tubylców Nowej Gwinei i wysp Pacyfiku, u Sardyńczyków częstość genu *AgM* dochodzi do 75%, u Indian 75 - 95%. Niskie są częstości tego genu u Lapończyków i Finów.

Odkrycie układu *Rh* wyjaśniło liczne kwestie patologii ciąży i noworodka, które mają miejsce dość rzadko, zwykle w dalszych ciążach. Do konfliktów serologicznych dochodzi wtedy, gdy krew matki posiada czynnik *Rh*—, ojca *Rh* + i kiedy dziecko



Ryc. 2.3.5. Mechanizm powstawania konfliktu serologicznego między matką a płodem (powstawanie erytroblastozy płodowej)

odziedziczy po ojcu *Rh+*. W obrębie tego układu stwierdzono kilka antygenów oznaczonych *C, D, E* — allele dominujące i *c, d, e* — allele recesywne, które są sprzężone w różnych kombinacjach i występują w różnych częstościach, przy czym pojawienie się w genotypie *dd* określa się terminem *Rh-(d)*. Oprócz tego znane są dalsze antygeny tego układu. W Polsce częstość występowania *Rh+(D)* wynosi około 83%, a *Rh—(d)* około 17%. Podobne stosunki występują w innych populacjach odmiany białej z wyjątkiem Basków, u których czynnik *Rh* występuje w około 30%. W populacjach odmiany czarnej częstość ta spada do 10%, a u żółtej odmiany i w populacjach wysp Pacyfiku do 0%.

Podobne znaczenie w patogenezie ciąży może odgrywać układ Kell-Cellano z dwoma grupami wykrywanymi surowicą ludzką anty-*K*. Grupy *K+* (*Kell+*) i *—K* (*Kell—*) występują w różnych populacjach z różną częstością. W Polsce *K+* = =11,3%, u Chińczyków i Malajów 0%, u Lapończyków oraz mieszkańców Indii i Pakistanu do 16%. Układy *Rh* i *Kell* są filogenetycznie późniejsze od układu *ABO*.

Stwierdzono związki zachodzące między grupami krwi a skłonnością do niektórych chorób. Kwestie te są aktualnie przedmiotem licznych badań, z których między innymi wynika, że osobników z grupą *A* cechuje większa podatność na raka żołądka, niedokrwistość złośliwą, zapalenie pęcherzyka żółciowego, zaś osobników z grupą krwi *O* na chorobę wrzodową dwunastnicy. Procesy selekcji naturalnej, związane z układem grupowym krwi, ostrzej przejawiały się w przeszłości. Dlatego też w przeszłości osobnicy z grupą krwi *O*, warunkującą cięższy przebieg dżumy byli selekcjonowani na terenach częstych epidemii tej choroby (Indie, Mongolia, Bliski Wschód). Natomiast szczególnie ciężki przebieg ospy prawdziwej u osobników z grupę *A* i *AB* doprowadził, w przeszłości na terenach epidemicznych tej choroby występującej obok dżumy, do wysokiej częstości grupy *B* w populacjach, co miało miejsce w Azji. Powinowactwo krętka bladego do grupy krwi *A* i *B* stanowi zapewne przyczynę tak wysokiego odsetka osobników z grupą krwi *O* w populacjach Indian południowoamerykańskich. Wydaje się też, że grupy krwi obok innych czynników środowiskowych, konstytucjonalnych czy rasowych mają pewien wpływ na metabolizm. Wyższy poziom metabolizmu cechuje osobników z grupą krwi *O*, następnie *A*, *B*, *AB*.

Białka grupowe surowicy krwi

Do specyficznych białek grupowych surowicy krwi zaliczamy: haptoglobiny (*Hp*), transferyny (*Tf*), *Gm*, *Gc* (group specific component), które dziedziczą się niezależnie od siebie według praw Mendla. Zróżnicowanie grupowe białek surowicy jest zależne od ich własności fizykochemicznych — wielkości cząstek, ładunku elektrycznego, struktury antygenowej oraz funkcji biologicznej. Właściwości grupowe białek surowicy pozwalają grupować ludzi na kilka typów.

Obok haptoglobin podstawą podziału mogą być inne białka surowicy: układ *Gm* w obrębie gamma-globulin, układ *Gc* należący do alfa$_2$ globulin oraz układ transferyn *Tf* wśród beta-globulin. Polimorfizm tych białek uwarunkowany jest genetycznie, co pozwala na stosowanie badań białek grupowych surowicy w medycynie sądowej i klinicznej oraz w rozwiązywaniu kwestii etnogenetycznych w antropologii historycznej. Możliwość wyodrębniania różnych fenotypów białek grupowych surowicy metodami biochemicznymi pozwala na różnicowanie populacji ludzkich. Szczególnie dobrze opracowane są haptoglobiny, których 2 geny Hp^1 i Hp^2 występują z różną częstością. Populacje azjatyckie cechuje względna stałość częstości genowej Hp^1 - średnio 24,8%, przy wahaniach 20 - 33%. Równie niską częstość notuje się u mieszkańców Indii i tubylców Australii, gdy Europejczycy zajmują pod tym względem miejsce pośrednie (38,3%), Murzyni (bez Pigmejów i Buszmenów) mają wyższe częstości Hp^1 wynoszące przeciętnie 54,7%, najwyższe zaś Indianie środkowo- i południowoamerykańscy — 65,5%.

W układzie grupowym transferyn również występują różnice wśród populacji różnych kontynentów. Z częstością od 92 do 100% występuje typ *C* (homozygota *CC*). Odmiana biała wyróżnia się od pozostałych występowaniem transferyn typu *B*

Tabela 2.3.4. Częstość w % typów haptoglobin w wybranych populacjach ludzkich (wg I. Schwidetzky)

Populacja	Hp_{1-1}	Hp_{2-1}	Hp_{2-2}	Hp_{0-0}
Włosi	10,8	47,3	41,9	—
Finowie	14,5	42,1	43,0	—
Szwedzi	21,4	42,3	31,3	—
Baskowie	14,7	45,1	39,3	0,9
Francuzi	17,6	45,5	36,9	—
Niemcy	16,4	46,6	37,0	—
Hindusi	1,8	14,6	81,7	1,9
Japończycy	6,0	34,9	57,6	1,4
Chińczycy	10,8	34,1	53,9	1,2
Majowie	33,5	50,2	15,8	0,5
Zulusi	31,9	39,8	25,7	2,0
Hotentoci	30,5	42,4	27,1	—

Tabela 2.3.5. Częstość w % typów gamma-globulin w wybranych populacjach ludzkich (wg I. Schwidetzky)

Populacja	$Gm(a+)$	$Gm(a-)$
Włosi	40,2	59,8
Czesi (Praga)	41,9	58,1
Niemcy (Berlin)	49,9	50,1
Francuzi	55,7	44,3
Szwedzi	59,7	40,3
Hindusi	100,0	0,0
Eskimosi	95,0	5,0
Murzyni (Dakar)	100,0	0,0

przy braku typu *D* z wyjątkiem Finów i Lapończyków, u których typ *D* występuje z częstością 0,5 - 2,5%. Szczególnie jego odmiana DC_{ch} upodabnia te grupy do populacji Azji, gdzie nie spotyka się zupełnie typu *B* z wyjątkiem wschodniego Pakistanu (1%), Japonii i Syngalezów Cejlonu. Typ *B* jest bardzo rzadki u tubylców Australii (1 - 12%), przy występowaniu odmian typu: $D:CD_1$ i DD_1 (mniej licznie). Tego ostatniego brak jest w populacjach murzyńskich. Duża różnorodność transferyn występuje u Indian. Indianie Wenezueli i Peru jako jedyni posiadają odmianę CD_{ch} w częstości 1 - 30% obok typu *DD*. Wśród Indian Ameryki Północnej obok typu *D* występuje typ *B* w odmianach *BC* lub D_{0-1}. Populacje odmiany czarnej (łącznie z Pigmejami i Buszmenami) cechuje obok homozygotycznej odmiany *CC* niewielka liczebność odmiany *CD*.

Zainteresowanie seroantropologii skupia się również na anomaliach hemoglobiny. Interesująca jest sierpowata forma hemoglobiny *Hb S* występująca zamiast normalnej formy *Hb-A*. Wykryto istnienie kilku innych zmutowanych typów hemoglobiny *Hb C*, *Hb-D*, *Hb E*, *Hb I*, *Hb-F* (płodowa, zanikająca około 6 miesiąca życia), *Hb-*A_2, *Hb-M* itd. Rozprzestrzenienie genu sierpowatości erytrocytów ma miejsce w Afryce Zachodniej od Senegalu po Kamerun w częstości 20 - 30%. W Afryce Wschodniej występują duże różnice międzyplemienne w częstości tej cechy, np. rzadka jest ona u Masajów, częsta u Amba z gór Ruwenzori (do 40%), zaś w strefie tropikalnej częstość *Hb-S* wynosi 30%. Cecha ta występuje również w niektórych regionach Grecji, Sycylii, wśród państw Bliskiego Wschodu czy Indii. Sierpowatość erytrocytów jest dobrym przykładem polimorfizmu genetycznego u człowieka oraz działania selekcji naturalnej u człowieka. W warunkach Afryki przy częstym głodzie, złej higienie, częstych infekcjach śmierć homozygot winna w szybkim tempie zmniejszyć częstość genów *Hb-S* w populacji (około 10 - 20 pokoleń). Utrzymujący się umiarkowany polimorfizm tej cechy tłumaczy się zjawiskiem heterozji. W niektórych warunkach środowiskowych heterozygoty $Hb^A\ Hb^S$ w stosunku do homozygot $Hb^A\ Hb^A$ i $Hb^s\ Hb^S$ wykazują większą odporność na malarię tropikalną, zwłaszcza w pierwszych 3 latach życia, co wpływa na śmiertelność dzieci. Nie wiadomo czy cecha ta ma jakikolwiek wpływ na większą płodność. Po likwidacji epidemii malarii częstość genu sierpowatości erytrocytów zmniejsza się np. u Murzynów amerykańskich.

Homoglobina *Hb-C*. U homozygot słabszy jest przebieg anemii. Wysoka jest częstość genu Hb^C w północnej Ghanie, a genotyp $Hb^A\ Hb^C$ dochodzi do 30%. Lżejsze objawy anemii są też u heterozygot $Hb^S\ Hb^C$. W Pendżabie wykryto *Hb-D* w częstości kilku procent, natomiast Hb^E w Burmie, Indiach Wschodnich, Tajlandii. Homozygoty wykazują powinowactwo do innej choroby krwi talassemii. Obecnie znanych jest ponad 30 wariantów hemoglobiny.

Inne jeszcze cechy biochemiczne wykazują różną częstość wariantów w różnych populacjach zamieszkujących określone regiony geograficzne. Niektóre choroby o podłożu genetycznym wykazują podobne zróżnicowania przestrzenne, co stanowi obiekt zainteresowań antropogenetyki. Szczególnie interesujące są choroby związane z genami recesywnymi występującymi w populacjach izolowanych.

Rytmy biologiczne

Periodyzacja zjawisk kosmicznych była względnie dobrze znana człowiekowi już w pradziejach, lecz jej wpływ na rośliny, zwierzęta i człowieka stał się przedmiotem szczegółowych obserwacji w ostatnim pięćdziesięcioleciu. Pod wpływem periodycznych sił kosmicznych dokonywały się procesy ewolucyjne wszystkich istot żywych. Chronobiologia w odniesieniu do człowieka jest wiedzą o zachowaniu się organizmu pod wpływem cyklicznych zjawisk zachodzących w środowisku bytowania w określonych sekwencjach czasu. Biorytmy regulowane są przez samosterujący mechanizm wewnętrzny, w którym główną rolę odgrywa układ nerwowy autonomiczny i układ wewnątrzwydzielniczy, które stanowią o tak zwanym zegarze biologicznym regulującym w odpowiedniej skali rytmikę funkcji ustrojowych.

Zagadnienia rytmów biologicznych interesują biologię porównawczą człowieka (antropologię), liczne dyscypliny medyczne, nauki o wychowaniu fizycznym, psychologię oraz ergonomię.

Zainteresowania te wypływają ze zmienności cech morfologicznych, zwłaszcza zaś funkcjonalnych, warunkujących sprawność umysłową i fizyczną, z możliwości przystosowania ustroju do zmiennych warunków środowiska oraz z okresowej zmienności procesów rozwojowych organizmu. W medycynie znajomość rytmów biologicznych ma duże znaczenie w diagnostyce i terapii. W wychowaniu fizycznym i sporcie znajomość rytmów ma zasadnicze znaczenie w przygotowaniu zawodników z ich szczytem formy do zawodów, dla problemów aklimatyzacji zawodników, planowania czasu, pory imprez itp. W ergonomii znajomość rytmów jest niezbędna dla programowania pracy zmianowej, przerw w pracy itd.

Pionierskie prace dotyczące rytmów biologicznych człowieka podjęte były w Polsce w latach pięćdziesiątych w poznańskim ośrodku antropologii sportowej pod kierunkiem Z. Drozdowskiego. Badacz ten prześledził i opisał liczne rytmy cech funkcjonalnych i morfologicznych.

Biorytmy można klasyfikować ze względu na przyczynę ich występowania, bądź też ze względu na ich częstotliwość. Ze względu na przyczynę, wyróżniamy

— rytmy endogenne (wrodzone), które powstają na skutek działania specyficznych bodźców wychodzących z samego organizmu dążącego do zachowania określonej stałości i równowagi wewnętrznej (oddychanie, praca serca itd.). Automatyzm tych rytmów pozwala na stałe przystosowanie się ustroju do zmieniających się bodźców środowiskowych. Rytmy te wykazują jednak określoną stałość wobec czynników zewnętrznych i zależą od owego zegara biologicznego;

— rytmy egzogenne — warunkowane przyczynami zewnętrznymi, które stanowią cechy środowiska przyrodniczego i społecznego (np. pora posiłków, ich częstość, pora pracy zawodowej itd.).

Podział ten dla wielu właściwości rytmicznych jest nieścisły, wszystkie niemal rytmy powstają pod wpływem czynników zarówno wewnątrz- jak i zewnątrzustrojowych.

Innym kryterium dla licznych zresztą podziałów dokonywanych przez różnych

badaczy jest ich częstotliwość (długość fali). Rytmy krótkofalowe są kierowane przez autonomiczny układ nerwowy, średniofalowe przez układ wegetatywny. Specyfika rytmów długofalowych w dużej mierze jest uwarunkowana genetycznie (struktury reagujące na bodźce kosmiczne) Przykładem rytmów krótkofalowych trwających do 1 s są prądy czynnościowe serca (EKG) i mózgu (EEG). Przykładem średniofalowych rytmów, trwających od 1 s do kilku godzin jest tętno i sekrecja nerek, a długofalowych — liczne zjawiska rytmiki dobowej, sezonowej i okresowej Zaburzoną (paradoksalną) rytmikę w różnych stanach patologicznych ustroju określa Dzierżykray-Rogalski terminem antyrytmów biologicznych. Antyrytmy występują we wszystkich stanach zakłóceń normalnych funkcji ustroju, związanych głównie z chorobą, jak np. cykliczne wzrastanie ciepłoty ciała u chorych na malarię. Antyrytmy mogą przebiegać w cyklu dobowym, wielodniowym, miesięcznym, sezonowym i wieloletnim.

Rytm okołodobowy (cyrkadny)

Rytmiczność zmian zachodzących w ustroju pod wpływem biegu dnia (rano, południe, wieczór) czy doby (dzień, noc) należy do jednych z lepiej poznanych. Rytm ten u osób podróżujących na duże odległości dostosowuje się prędko do aktualnych warunków czasu lokalnego. Główną rolę odgrywa tu wpływ natężenia bodźców świetlnych, a więc dawcą tego rytmu jest następstwo dnia i nocy wywołujące w ustroju fazę snu i czuwania. Zmienność tych 2 faz wpływa na podwyższenie i obniżenie

Tabela 2 3.6. Rozkład wybranych funkcji organizmu na tle doby

Cecha	Maksimum	Minimum
Ciepłota ciała	popołudnie	noc
Temperatura czoła	15.00	3.00
Temperatura stopy (podbicie)	noc	dzień
Temperatura wątroby	dzień	noc
Tętno (częstość)	popołudnie	„
Ciśnienie tętnicze krwi	późne popołudnie	po północy
Objętość wyrzutowa serca	wieczór	noc
Częstość oddechu	popołudnie	„
Wydzielanie żółci	„	po północy
Wydzielanie wody	dzień	noc
Hormony: ACTH	rano	wieczór
Gonadotropiny	„	popołudnie
Hormon wzrostu	noc	dzień
17-KTS	„	„
Adrenalina	dzień	noc
Insulina	rano	popołudnie
Testosteron	„	noc
Ciężar ciała	wieczór	rano
Siła mięśni	„	„
Wysokość ciała	rano	wieczór

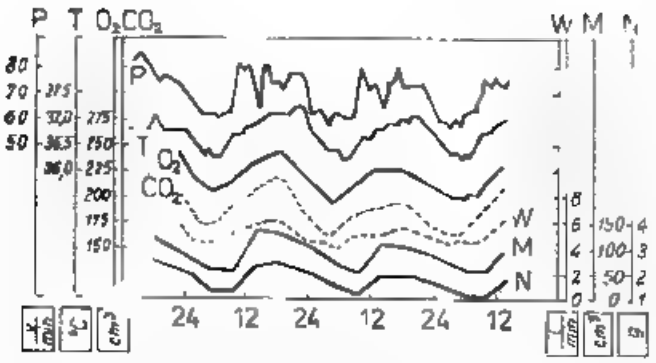
badaczy jest ich częstotliwość (długość fali). Rytmy krótkofalowe są kierowane przez autonomiczny układ nerwowy, średniofalowe przez układ wegetatywny. Specyfika rytmów długofalowych w dużej mierze jest uwarunkowana genetycznie (struktury reagujące na bodźce kosmiczne). Przykładem rytmów krótkofalowych trwających do 1 s są prądy czynnościowe serca (EKG) i mózgu (EEG). Przykładem średniofalowych rytmów, trwających od 1 s do kilku godzin jest tętno i sekrecja nerek, a długofalowych — liczne zjawiska rytmiki dobowej, sezonowej i okresowej. Zaburzoną (paradoksalną) rytmikę w różnych stanach patologicznych ustroju określa Dzierżykray Rogalski terminem antyrytmów biologicznych. Antyrytmy występują we wszystkich stanach zakłóceń normalnych funkcji ustroju, związanych głównie z chorobą, jak np. cykliczne wzrastanie ciepłoty ciała u chorych na malarię. Antyrytmy mogą przebiegać w cyklu dobowym, wielodniowym, miesięcznym, sezonowym i wieloletnim.

Rytm okołodobowy (cyrkadny)

Rytmiczność zmian zachodzących w ustroju pod wpływem biegu dnia (rano, południe, wieczór) czy doby (dzień, noc) należy do jednych z lepiej poznanych. Rytm ten u osób podróżujących na duże odległości dostosowuje się prędko do aktualnych warunków czasu lokalnego. Główną rolę odgrywa tu wpływ natężenia bodźców świetlnych, a więc dawcą tego rytmu jest następstwo dnia i nocy wywołujące w ustroju fazę snu i czuwania. Zmienność tych 2 faz wpływa na podwyższenie i obniżenie

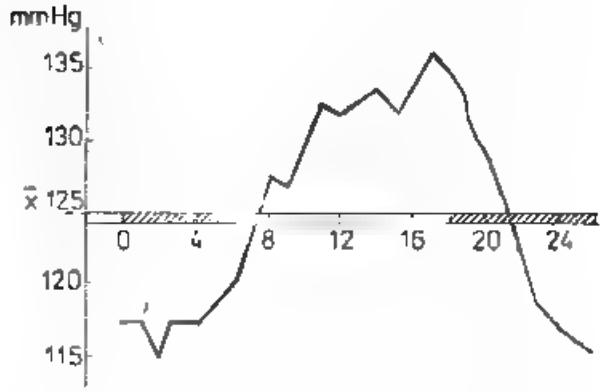
Tabela 2.3.6. Rozkład wybranych funkcji organizmu na tle doby

Cecha	Maksimum	Minimum
Ciepłota ciała	popołudnie	noc
Temperatura czoła	15.00	3.00
Temperatura stopy (podbicie)	noc	dzień
Temperatura wątroby	dzień	noc
Tętno (częstość)	popołudnie	„
Ciśnienie tętnicze krwi	późne popołudnie	po północy
Objętość wyrzutowa serca	wieczór	noc
Częstość oddechu	popołudnie	„
Wydzielanie żółci	„	po północy
Wydzielanie wody	dzień	noc
Hormony: ACTH	rano	wieczór
Gonadotropiny	„	popołudnie
Hormon wzrostu	noc	dzień
17-KTS	„	„
Adrenalina	dzień	noc
Insulina	rano	popołudnie
Testosteron	„	noc
Ciężar ciała	wieczór	rano
Siła mięśni	„	„
Wysokość ciała	rano	wieczór



Ryc. 2.3.6. Okołodobowy rytm niektórych czynności fizjologicznych człowieka

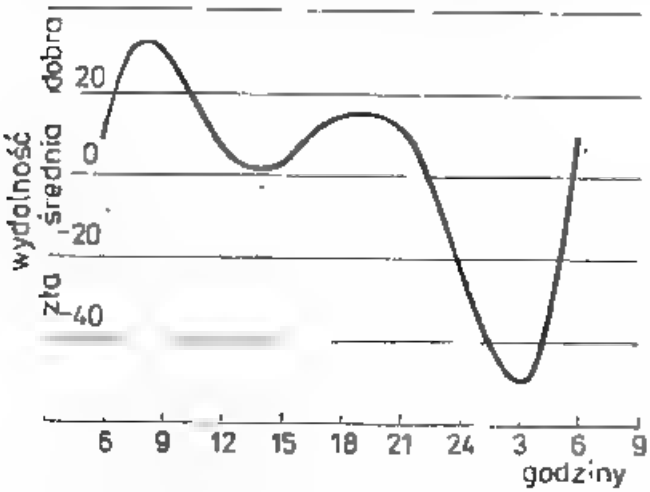
P — częstość tętna, *T* — ciepłota ciała, O_2 — zużycie tlenu, CO_2 — wydalanie dwutlenku węgla, *W* — wentylacja, *M* — wydalanie moczu, *N* — zawartość azotu w moczu



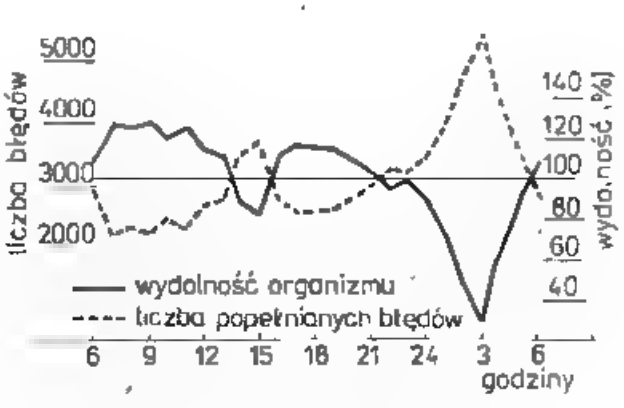
Ryc. 2.3.7. Rytm dobowy ciśnienia tętniczego krwi

aktywności funkcji ustroju. Rytm ten jest związany z układem autonomicznym (sympatycznym i parasympatycznym) oraz funkcją gruczołów wewnątrzwydzielniczych. Fazę dzienną regotropową różni od fazy nocnej wagotropowej spadek w godzinach nocnych (między godz 3 a 5) większości funkcji ustroju. Rozkład wybranych funkcji organizmu na tle doby ilustruje tabela 2.3.6 (dane różnych autorów).

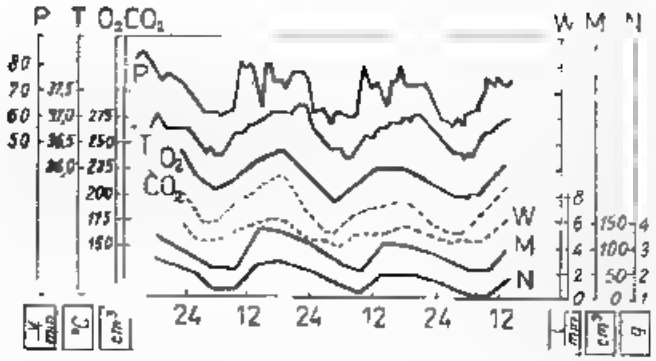
Rytm dobowy układu trawiennego określa częstość i pory posiłków. Zmienność wydolności organizmu w ciągu doby uwidacznia się także w stanie przebiegów niektórych procesów chorobowych. W przebiegu gruźlicy płuc krwotoki są najczęstsze w godzinach 6 12. W chorobach serca pogorszenia i częstości zawałów nasilają się w godzinach 2 - 5 nad ranem. Nad ranem najczęstsze są też ataki duszności u astmatyków Największe częstości zgonów w chorobach serca mają miejsce od północy do godz. 7 rano, najmniejsze w godzinach 7 - 10. W chorobach układu pokarmowego zgony najczęściej mają miejsce w godzinach 10 - 17, najrzadziej zaś od godz. 7 do 10. Zauważono, że organizm najwięcej potu produkuje po południu, następnie ma miejsce spadek w godzinach wieczornych i nocnych, a wzrost od rana do południa.



Ryc. 2.3.8. Dobowa zmienność wydolności fizycznej człowieka

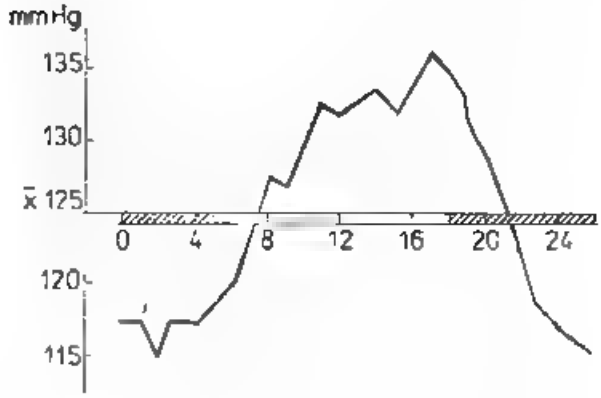


Ryc. 2.3.9. Częstość popełnianych błędów i pomyłek oraz wydolność pracy



Ryc. 2.3.6. Okołodobowy rytm niektórych czynności fizjologicznych człowieka

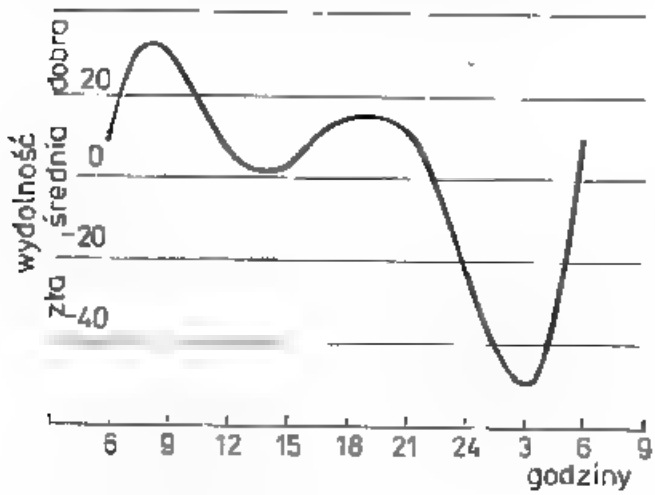
P — częstość tętna, *T* — ciepłota ciała, O_2 — zużycie tlenu, CO_2 — wydalanie dwutlenku węgla, *W* — wentylacja, *M* — wydalanie moczu, *N* — zawartość azotu w moczu



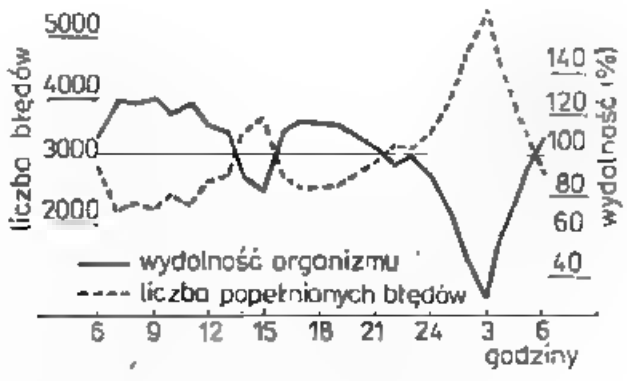
Ryc. 2.3.7. Rytm dobowy ciśnienia tętniczego krwi

aktywności funkcji ustroju. Rytm ten jest związany z układem autonomicznym (sympatycznym i parasympatycznym) oraz funkcją gruczołów wewnątrzwydzielniczych. Fazę dzienną regotropową różni od fazy nocnej wagotropowej spadek w godzinach nocnych (między godz. 3 a 5) większości funkcji ustroju. Rozkład wybranych funkcji organizmu na tle doby ilustruje tabela 2.3.6 (dane różnych autorów).

Rytm dobowy układu trawiennego określa częstość i pory posiłków. Zmienność wydolności organizmu w ciągu doby uwidacznia się także w stanie przebiegów niektórych procesów chorobowych. W przebiegu gruźlicy płuc krwotoki są najczęstsze w godzinach 6 - 12. W chorobach serca pogorszenia i częstości zawałów nasilają się w godzinach 2 - 5 nad ranem. Nad ranem najczęstsze są też ataki duszności u astmatyków. Największe częstości zgonów w chorobach serca mają miejsce od północy do godz. 7 rano, najmniejsze w godzinach 7 - 10. W chorobach układu pokarmowego zgony najczęściej mają miejsce w godzinach 10 - 17, najrzadziej zaś od godz. 7 do 10. Zauważono, że organizm najwięcej potu produkuje po południu, następnie ma miejsce spadek w godzinach wieczornych i nocnych, a wzrost od rana do południa.



Ryc. 2.3.8. Dobowa zmienność wydolności fizycznej człowieka



Ryc. 2.3.9. Częstość popełnianych błędów i pomyłek oraz wydolność pracy

Wydolność organizmu wykazuje znaczne zmiany w różnych porach doby. Narastanie wydolności ustroju w ciągu doby zwiększa się od godzin rannych i osiąga pierwszy szczyt w godzinach 9 - 11, zaś po nim pewien spadek i ponowny wzrost warunkujący najwyższy szczyt wydolności w godzinach między 15 a 17. Po tym czasie do godzin nocnych ma miejsce spadek wydolności osiągający swój szczyt między godziną 2 a 3. Powyższy układ zgodny jest z fazą czuwania (aktywności) i snu z okresem, w którym ma miejsce przewaga procesów katabolicznych, a następnie anabolicznych, w którym następuje regeneracja organizmu. Pod względem rytmu dobowego ludzi można podzielić na 2 typy:

— typy ranne osiągające szczyt wydolności psychofizycznej w godzinach południowych, a najwyższy spadek po północy (godz. 2 - 3),

— typy wieczorne osiągające szczyt wydolności w godzinach wieczornych, a ich największy spadek około godz. 3 - 5 rano.

Skłonności do określonego typu rytmicznego funkcjonowania organizmu są dziedziczne, zaś same rytmy są nabywane w toku rozwoju osobniczego i przystosowania się do rytmicznych zjawisk w otaczającym środowisku. Dowodem tego mogą być dość znaczne różnice wielu rytmów biologicznych u noworodków i małych dzieci w porównaniu z ludźmi dorosłymi Znana jest zanikająca wraz z wiekiem u dzieci tendencja do krótkich faz snu i czuwania w miarę wydłużania się okresu snu nocnego. Odwrotną sytuację stwierdza się u ludzi w podeszłym wieku.

Rytm tygodniowy

Jest przykładem rytmów kształtowanych przez rozwój struktur społecznych i cywilizacyjnych. W ciągu tygodnia można stwierdzić narastanie wydolności organizmu od poniedziałku do piątku i spadek od soboty do poniedziałku. Powyższy rytm winien być uwzględniony w programowaniu zajęć szkolnych, różnych form pracy itp.

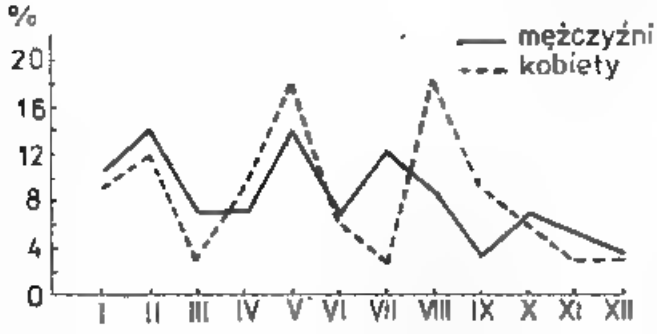
Rytm okołomiesięczny

Rytm ten wykazuje związek z fazami Księżyca, z miesiącem księżycowym trwającym 29 i pół doby (obrót Księżyca wokół Ziemi). Zależność tę ilustruje dobrze rytm miesięczny kobiet (cykl menstruacyjny). Cykl ten posiada swe odbicie w czynnościach narządów, w zmianach cech psychiki. W latach 1929 - 1930 K. Ogino i H. Knaus zwrócili uwagę na cykliczność przebiegu owulacji kobiet. Stosownie do tego cyklu następują rytmiczne zmiany ciepłoty ciała. W pierwszej fazie cyklu jest ona normalna (36,5 - 36,8°C), zaś w momencie jajeczkowania wzrasta i dochodzi w drugiej fazie do wysokości 37 37,2°C. Z cyklem miesięcznym kobiet związane są również wahania częstości tętna (mniejsze przez menstruacją i większe bezpośrednio po menstruacji) i ciężaru ciała. Przeciętnie cykl menstruacyjny trwa 28 dni, lecz waha się u różnych kobiet od 23 do 36 dni. Niektórzy sugerują, że płeć męska osobnika zależy do czasu zapłodnienia w określonej fazie cyklu. Zapłodnienie tuż przed ja-

jeczkowaniem prowadzi do większej częstości płci żeńskiej, zaś po jajeczkowaniu — męskiej. Czas trwania innych rytmów okołomiesięcznych jest następujący. sprawności fizycznej — 23 dni, rytmu psychicznego — 28 dni, intelektualnego — 33 dni. Cykle te mają powstawać w dniu urodzenia i można w nich wyodrębnić fazę dodatnią w pierwszej połowie cyklu i ujemną w drugiej połowie Rytm fizyczny wyznacza energię osobnika, psychiczny — jego nastrój, a intelektualny — twórcze zdolności. Kumulacja faz dodatnich rytmów jest wyczuwalna przez ludzi podobnie jak kumulacja faz ujemnych. Dla ustalenia wymienionych rytmów należy obliczyć liczbę dni od urodzenia osobnika i podzielić ją przez liczbę dni trwania cyklu. Otrzymana liczba informuje o tym, w którym dniu danego cyklu osobnik się znajduje. Z fazami Księżyca (pełnią) wiąże się między innymi większa częstość ataków epilepsji, lunatyzmu.

Rytm sezonowy

Już w XVII wieku Sydenham mówił o *constitutio annorum*, pod czym rozumiał sezonowość chorób. Rytm biologicznych pór roku wiąże się z intensywnością nasłonecznienia. W rytmie tym mają miejsce bezpośrednie i pośrednie reakcje biotypu na wpływ zjawisk kosmicznych (elementy składowe pogody: temperatura, wilgotność, nasłonecznienie, ciśnienie atmosferyczne, zawartość jonów w atmosferze, promieniowanie ultrafioletowe itp.). Czynniki te działają przez układ wegetatywny za pośrednictwem układu wewnątrzwydzielniczego (zwłaszcza poprzez przysadkę i gruczoł tarczowy) Duży pośredni wpływ wywierają tu zmiany sezonowe pożywienia. W pierwszej połowie roku przewagę w organizmie ma układ współczulny, w drugiej — przywspółczulny. Fazy przejściowe między biologiczną wiosną i latem a jesienią i zimą cechują się powstawaniem licznych antyrytmów. W okresie ciepłym zwiększa się ogólny metabolizm ustroju, zimą maleje. Widoczne to jest w takich efektach rozwoju fizycznego, jak przybór wysokości ciała dzieci na wiosnę i latem, zaś ciężaru ciała zimą. Również ciężar noworodków wykazuje podobną zależność sezonową. Procesy anaboliczne są intensywniejsze w organizmie w okresie od kwietnia do września, a od października do marca ma miejsce okres względnej stabilizacji. W okresie zimy wyższe wartości uzyskuje ciśnienie tętnicze (szczyt w lutym), niższe zaś objętość krwi, obniża się opad krwi, zimą wzrasta zawartość CO_2 we krwi, ilość białka. Poziom albumin wzrasta zimą, a gammaglobulin zimą maleje. Podobnie



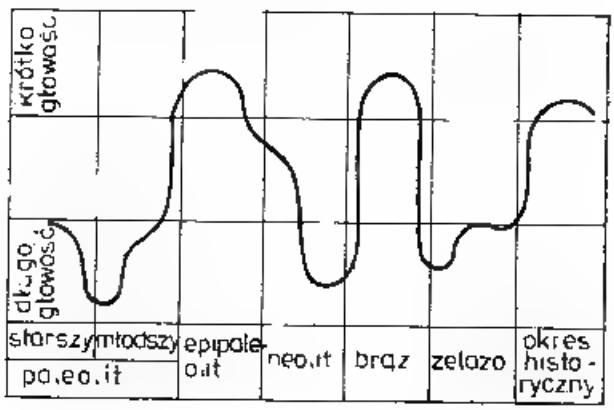
Ryc. 2.3.10. Sezonowość zgonów z powodu chorób serca i układu krążenia w Marsa Matrouh w latach 1949 - 1958 (*wg* T. Dzierżykray-Rogalskiego)

zachowuje się wiele innych składników krwi (niektórych pierwiastków, witamin itd.). Stwierdzone zostały zmiany sezonowe w czynności gruczołów wydzielania wewnętrznego. Aktywność tarczycy większa jest w zimie podobnie jak wydzielanie 17 KTS przez nadnercza, natomiast maleje wydzielanie hormonu wzrostu.

Z porą wiosenną wiążą się wspomniane już wahania wydolności psychofizycznej oraz nasilenie objawów różnych chorób — zapalenia opon mózgowych, gruźlicy, choroby wrzodowej żołądka i dwunastnicy, choroby Basedowa oraz skłonność do psychoz, co przejawia się np w zwiększonej częstości samobójstw. Podobne tendencje można obserwować w drugiej porze przejściowej jaką jest jesień (np większa częstość stanów zapalnych dróg oddechowych, czyraki). Choroby wykazują więc związek z wegetatywnym szczytem wiosennym. Po okresie najmniejszej liczby zachorowań we wrześniu i październiku, szczyt zachorowań oraz śmiertelności obserwuje się w lutym Z porami roku związane są tez liczne choroby infekcyjne np. katar, biegunki, katar sienny, dyfteryt, kokluszu, odra. W lecie sen jest płytszy i krótszy niż w zimie. Osoby chore na serce wykazują większą skłonność do obrzęków nóg w lecie niż w zimie. Z powyższego wynika, że zwłaszcza okresy przejściowych pór roku (wiosna, jesień) są niezbyt pomyślne dla organizmu człowieka.

Rytmy wieloletnie

Rytmy wieloletnie nie są tak dobrze poznane jak rytm okołodobowy, tygodniowy czy rytmy 20 , 30 dniowe i sezonowe. Wynika to z długiego czasu obserwacji. Wyróżnia się tu rytmy koniunkturalne, sprawności psychofizycznej, reprodukcji, zdarzeń demograficznych oraz rytmikę przemian rozwojowych w ujęciu międzypokoleniowym (trend sekularny, którego pełniejszą charakterystykę podamy przy omówieniu ontogenezy). Obserwacje rytmów wieloletnich u tych samych osób są ponadto utrudnione przez zjawisko również rytmicznych zmian zachodzących w procesie rozwoju osobniczego. Interesujące obserwacje rytmu sprawności fizycznej opisała W. I Szaposznikowa (1975). Rytm ten u mężczyzn określa się na fazy 3-letnie, u kobiet 2 letnie, 6 lub 4-letniego cyklu Jednakże od tej ogólnej prawidłowości obserwuje się odchylenia. Jedni osobnicy posiadają bowiem krótsze, inni zaś dłuższe fazy wydolności fizycznej. U kobiet, których somatotyp odchyla się w kierunku somatotypu męskiego rytm ten ma tendencję do przechodzenia w 3-letnie fazy,



Ryc 2.3.11. Zmienność proporcji głowy w pradziejach (wg J Czekanowskiego)

gdy u mężczyzn o somatotypie o cechach bardziej kobiecych występuje tendencja do przechodzenia faz w kierunku 2-letnim. Niektórzy wiążą ów rytm z podobną cyklicznością procesów metabolicznych na poziomie całego organizmu związanych z podwyższeniem bądź obniżeniem aktywności (Szaposznikowa). Z. Drozdowski rytmiczną zmienność w kształtowaniu się wyników sportowych uważa raczej za przejaw rytmów sztucznych.

Antropologię interesują jeszcze rytmy międzypokoleniowej zmienności cech morfologicznych Zmiany te niekiedy trwają stulecia. Klasycznym ich przykładem może być opisana przez J. Czekanowskiego zmiana kształtu, a więc proporcji mózgowej części czaszki. W paleolicie ludzie charakteryzowali się długogłowością, gdy w epi paleolicie charakterystyczną była już krótkogłowość. W neolicie nastąpiło wydłużenie czaszki, a w epoce brązu ponowne skrócenie. W epoce żelaza, do wczesnego średniowiecza, czaszka znów ulega wydłużeniu, by od tego okresu do współczesności ulegać skróceniu.

Z powyższych wywodów na temat biorytmów u człowieka wynika niezbicie, że życie społeczne, planowanie pracy, wypoczynku i nauki wymaga uwzględnienia ich specyfiki w praktyce.

Homeostaza i stress

> Homeostaza jest to zdolność do utrzymywania stałości środowiska wewnętrznego ustroju (milieu interior), mimo zmian zachodzących w środowisku zewnętrznym.

U człowieka równowaga środowiska wewnętrznego gwarantuje niezawodność wszystkich funkcji i ich wzajemne powiązanie. Duża liczba wewnętrznych sprzężeń zwrotnych tkanek i różnych organów sterowana jest na bazie systemu nerwowego i regulacji hormonalnej odbywającej się za pośrednictwem krwi.

> Naruszenie tej wewnętrznej stałości homeostazy, przez silne działanie czynników zewnętrznych powoduje reakcję obronną, którą nazywa się stressem. Czynnik wyzwalający reakcję obronną ustroju nazywa się stressorem.

Ludzie różnią się między sobą zdolnością do utrzymywania homeostazy, która wykazuje często różnice w zależności od okresu ontogenetycznego, od płci itp.

Niektóre aspekty związków między strukturą a funkcją ustroju

W przeszłości badania związków między biernym a czynnym narządem ruchu, to jest między formą kości a funkcją mięśni doprowadziły do sformułowania kilku zasad ogólnych. Zasady kształtowania się morfologicznych struktur kostnych w wyniku zachowania się chrząstki nasadowej podali Roux, Dalpache i Wolf. Wykazali

oni, że w miejscach poddanych wzmożonemu uciskowi następuje hamowanie rozwoju kości. Precyzyjniej, w formie prawa wyrazili to Kölliker i Pommer. Według tego prawa „Siły pociągające sprzyjają w znaczeniu biologicznym tworzeniu się utkania kostnego w przeciwieństwie do sił naciskających, prowadzących do zaniku, rozpuszczania się kości".

Znakomity anatom rosyjski P. Lesgaft sformułował następujące zasady rozwoju kości:

1) kość rozwija się prawidłowo i równomiernie oraz tym intensywniej, im bardziej czynne są otaczające je mięśnie. Przy mniej czynnych mięśniach kości są słabsze, węższe, dłuższe i cieńsze;

2) kształt kości zmienia się z chwilą zmniejszenia ciśnienia ze strony otaczających organów. Grubieją one i rosną w kierunku zmniejszonego oporu;

3) kształt kości zmienia się pod wpływem ciśnienia otaczających części miękkich. Ich rozwój jest zahamowany w kierunku zwiększonego ciśnienia zewnętrznego.

Ogólne prawa działania mięśni są następujące:

działanie mięśnia jest tym większe, im większy jest wskaźnik fizjologiczny siły (stosunek pola przekroju do długości mięśnia) oraz im większa jest powierzchnia oporu, na którą działa siła;

- zwinność mięśni jest tym większa, im bliższe jest zastosowanie siły mięśniowej do punktu oporu. Odwrotnie, im dalsze zastosowanie siły od punktu oporu, tym większa powstaje siła;

zmęczenie mięśnia następuje tym szybciej, im większy jest wskaźnik fizjologiczny siły i im mniejsza jest powierzchnia zastosowania siły. Siła mięśnia zmienia się nie tylko w zależności od długości i pola przekroju fizjologicznego mięśnia, lecz także od wielkości kąta między dźwigniami kostnymi. Na przykład siła mięśni przedramienia osiąga najwyższe wartości przy ustawieniu kości ramiennej do promieniowej i łokciowej pod kątem 80 - 100°, a przy kącie 40 - 50° spada o około 20%. W zależności od kąta ustawienia dźwigni kostnej w stosunku do płaszczyzny ciała wyróżnić można optymalne kierunki, w których poszczególne grupy mięśniowe rozwijają największą siłę. Siła mięśnia równa jest sumie siły wszystkich włókien. Wielkość siły zależy od liczby włókien, ich długości i kierunku przebiegu. W mięśniach o równoległym przebiegu włókien przekrój anatomiczny jest równy przekrojowi fizjologicznemu. W mięśniach wachlarzowatych przekrój fizjologiczny większy jest od anatomicznego, bowiem nie wszystkie włókna mięśniowe znajdują się w przekroju anatomicznym. Szczególnie duży jest przekrój fizjologiczny w mięśniach pierzastych. Im większa jest objętość mięśni, tym większy jest ich przekrój fizjologiczny, liczba włókien i siła.

Siła jest to zdolność do pokonywania oporu zewnętrznego lub przeciwdziałania mu kosztem wysiłku mięśniowego. Siła ogólna jest to zdolność do pokonywania oporów przez zaangazowanie wszystkich mięśni. Działanie wszystkich mięśni w ustroju może wyzwolić siłę 25 tys. kG. Ze względu na różny kierunek działania określonych grup mięśni ogólna siła człowieka wynosi około 100 kG. Pojęciem siły specjalnej określamy zdolność do pokonywania oporów w pewnych ruchach przy zaangażowaniu niektórych grup mięśni.

oni, że w miejscach poddanych wzmożonemu uciskowi następuje hamowanie rozwoju kości. Precyzyjniej, w formie prawa wyrazili to Kölliker i Pommer. Według tego prawa „Siły pociągające sprzyjają w znaczeniu biologicznym tworzeniu się utkania kostnego w przeciwieństwie do sił naciskających, prowadzących do zaniku, rozpuszczania się kości".

Znakomity anatom rosyjski P. Lesgaft sformułował następujące zasady rozwoju kości:

1) kość rozwija się prawidłowo i równomiernie oraz tym intensywniej, im bardziej czynne są otaczające je mięśnie. Przy mniej czynnych mięśniach kości są słabsze, węższe, dłuższe i cieńsze;

2) kształt kości zmienia się z chwilą zmniejszenia ciśnienia ze strony otaczających organów. Grubieją one i rosną w kierunku zmniejszonego oporu;

3) kształt kości zmienia się pod wpływem ciśnienia otaczających części miękkich. Ich rozwój jest zahamowany w kierunku zwiększonego ciśnienia zewnętrznego.

Ogólne prawa działania mięśni są następujące:

działanie mięśnia jest tym większe, im większy jest wskaźnik fizjologiczny siły (stosunek pola przekroju do długości mięśnia) oraz im większa jest powierzchnia oporu, na którą działa siła;

- zwinność mięśni jest tym większa, im bliższe jest zastosowanie siły mięśniowej do punktu oporu. Odwrotnie, im dalsze zastosowanie siły od punktu oporu, tym większa powstaje siła;

zmęczenie mięśnia następuje tym szybciej, im większy jest wskaźnik fizjologiczny siły i im mniejsza jest powierzchnia zastosowania siły. Siła mięśnia zmienia się nie tylko w zależności od długości i pola przekroju fizjologicznego mięśnia, lecz także od wielkości kąta między dźwigniami kostnymi. Na przykład siła mięśni przedramienia osiąga najwyższe wartości przy ustawieniu kości ramiennej do promieniowej i łokciowej pod kątem 80 - 100°, a przy kącie 40 - 50° spada o około 20%. W zależności od kąta ustawienia dźwigni kostnej w stosunku do płaszczyzny ciała wyróżnić można optymalne kierunki, w których poszczególne grupy mięśniowe rozwijają największą siłę. Siła mięśnia równa jest sumie siły wszystkich włókien. Wielkość siły zależy od liczby włókien, ich długości i kierunku przebiegu. W mięśniach o równoległym przebiegu włókien przekrój anatomiczny jest równy przekrojowi fizjologicznemu. W mięśniach wachlarzowatych przekrój fizjologiczny większy jest od anatomicznego, bowiem nie wszystkie włókna mięśniowe znajdują się w przekroju anatomicznym. Szczególnie duży jest przekrój fizjologiczny w mięśniach pierzastych. Im większa jest objętość mięśni, tym większy jest ich przekrój fizjologiczny, liczba włókien i siła.

Siła jest to zdolność do pokonywania oporu zewnętrznego lub przeciwdziałania mu kosztem wysiłku mięśniowego. Siła ogólna jest to zdolność do pokonywania oporów przez zaangazowanie wszystkich mięśni. Działanie wszystkich mięśni w ustroju może wyzwolić siłę 25 tys. kG. Ze względu na różny kierunek działania określonych grup mięśni ogólna siła człowieka wynosi około 100 kG. Pojęciem siły specjalnej określamy zdolność do pokonywania oporów w pewnych ruchach przy zaangażowaniu niektórych grup mięśni.

Zainteresowanie antropologii działaniem układu mięśniowego i jego morfologią u człowieka wynika z faktu, że mięśnie wpływają w określony sposób na rozwój i formę (morfogenezę) układu kostnego. Inne zastosowanie badań układu mięśniowego ma duże znaczenie w antropologii sportowej i ergonomicznej. Bardzo istotne dla antropologii sportowej i ergonomii są zagadnienia sprawności fizycznej. Pod pojęciem tym rozumie się gotowość organizmu do podejmowania i rozwiązywania trudnych zadań ruchowych w różnych sytuacjach życiowych, wymagających siły, szybkości, zręczności, gibkości, zwinności i wytrzymałości, jak również pewnych nabytych i ukształtowanych umiejętności i nawyków wynikających z odpowiednich uzdolnień ruchowych i stanu zdrowia.

Z cech motorycznych człowieka wyróżnia się następujące:

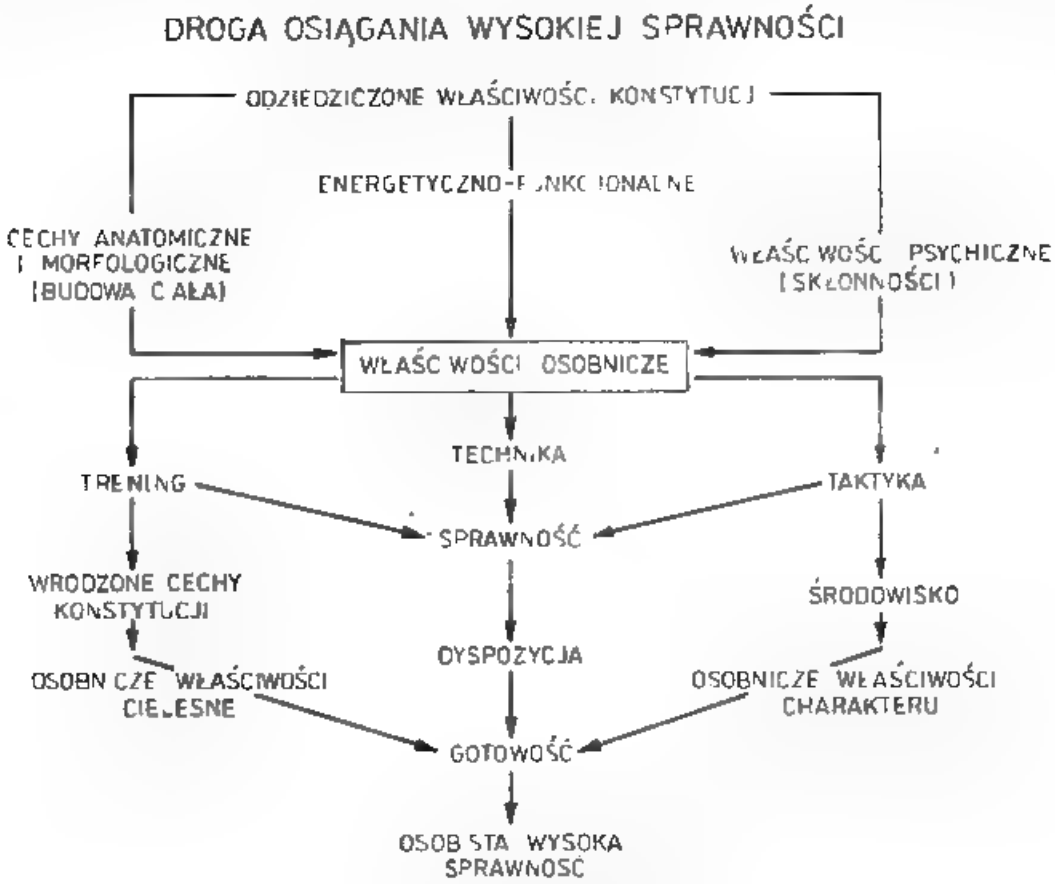
Siłę, której charakterystykę podaliśmy powyżej;

Szybkość, zdolność do wykonywania ruchów w przeciągu najkrótszego dla danych warunków czasu (zdolność przemieszczania ciała lub różnych jego części w minimalnym czasie);

Wytrzymałość jest zdolnością do długotrwałego wykonywania pracy bez obniżenia jej wydajności (odporność na zmęczenie);

Cecha ta jest uwarunkowana sprawnością układu ruchu, krążenia i układu oddechowego;

Moc (dynamiczność) jest to możliwość maksymalnego wykorzystania siły w krótkim czasie, a więc maksymalna ilość energii jaką może wyzwolić mięsień lub grupa mięśni przy jednorazowym akcie ruchowym. Jest to zdolność osobnika do celowego



Ryc. 2.3.12. Czynniki warunkujące sprawność osobniczą (wg Clausa)

wyzwolenia siły największej, w jak najkrótszym czasie. W sensie fizycznym jest to iloczyn siły i prędkości;

Zwinność jest to kompleksowy ruch całego ciała lub jego określonej części, celem którego jest zmiana położenia w przestrzeni przy jak największej ekonomice czasu i ruchu. Jest to umiejętność dokładnego i szybkiego zmieniania kierunku ruchu ciała lub jego części w trakcie ruchu;

Zręczność (gibkość) — umiejętność wykonywania ruchów z dużą amplitudą, warunkowaną anatomiczno-funkcjonalną specyfiką stawów. Miernikiem zręczności jest koordynacja złożoności zadania i dokładność jego wykonania.

Oceny cech motorycznych dokonuje się za pomocą różnych metod stosowanych zwłaszcza w antropologii sportowej. Sprawność fizyczna człowieka zmienia się z wiekiem w stopniu niejednakowym dla wyszczególnionych wyżej jej składowych. Stosowane w sporcie mierniki sprawności mają również duże znaczenie w doskonaleniu sprawności produkcyjnej. Pamiętać trzeba, że cechy sprawności fizycznej w dużym stopniu zależą od czynników konstytucjonalnych, a przejawy motoryczności są w znacznym stopniu determinowane genetycznie. W pewnej mierze należy je również łączyć z takimi jej elementami, jak pamięć ruchu, wyobrażenia ruchu, chęć ruchu, motywacja i emocje.

Antropologia populacyjna

3

Rozdział pierwszy

Ilościowy opis stanu i dynamiki populacji ludzkich

Interdyscyplinarny charakter biologii populacyjnej człowieka

Zainteresowanie obserwacjami na poziomie populacyjnym dotyczącymi charakterystyk zbiorowości ludzkich jest bardzo stare ze względu na praktyczne znaczenie znajomości cech zbiorowych. Przy jakimkolwiek systemie zarządzania potrzebna jest choćby pobieżna znajomość wielkości grupy, jej struktury według płci i wieku, a zatem tego ile w grupie jest mężczyzn, a ile kobiet, jak wielu ludzi zdolnych jest do pracy produkcyjnej, a ilu wymaga opieki ze względu na swój wiek. Bezpośrednie znaczenie gospodarcze i administracyjno-polityczne spowodowało, że zainteresowanie ilościowym opisem stanu i dynamiki grup ludzkich wykazywali przede wszystkim reprezentanci nauk społecznych i ekonomicznych. Opisywanie grup ludzkich w ścisły, ilościowy sposób stało się domeną osobnej gałęzi wiedzy — demografii. Pierwotnie zajmowała się ona metodami liczbowego opisu populacji i ich zastosowaniem; obecnie w jej ramach podejmuje się próby teoretycznego wyjaśniania zjawisk ludnościowych, głównie na podstawie wiedzy ekonomicznej i socjologicznej.

Wyniki badań demograficznych, szczególnie spisów powszechnych, ogólnonarodowych przeglądów ruchu naturalnego i prognoz rozwoju ludności stanowią podstawę ważkich, dalekosiężnych decyzji gospodarczych i politycznych. Są one równocześnie przedmiotem powszechnego zainteresowania, niemal każdy chciałby bo-

wiem wiedzieć jaka będzie przyszłość naszego gatunku. Szeroko dyskutowany, szczególnie w latach sześćdziesiątych, a i obecnie stale powracający problem stanowi przeludnienie — pytamy czy nie będzie nas na Ziemi za dużo w stosunku do możliwości zaspokojenia potrzeb jakie stwarzają, przy określonych technologiach, powierzchnia naszego globu oraz jego dostępne części podziemne i podwodne. Gorącą dyskusję wzbudzają kwestie wielkości rodziny, tempa rozrodu, stosowania metod planowania rodziny. Wychodzą one już poza tradycyjne pole zainteresowań demografii wkraczając w sferę zagadnień będących domeną humanistyki, a równocześnie zazębiają się z problematyką nauk biologicznych i praktyki medycznej. Wszystkich interesuje też jakie każdy z nas ma szanse przeżycia, dla ilu osób możliwe będzie przejście przez cały cykl życia aż do późnej starości, jakie jest prawdopodobieństwo, że ktoś z nas nie dożyje określonego wieku.

Mimo swej formalnej przynależności do nauk społecznych, demografia bardzo często posługuje się obserwacją zjawisk mających podłoże czysto biologiczne. Nie tylko jednak podłoże zjawisk dotyczących funkcjonowania zbiorowości ludzkich

Ryc. 3.1.1. Rozmieszczenie ludności świata

ma bezpośredni, łatwo intuicyjnie zrozumiały charakter biologiczny. Patrząc na zagadnienie z drugiej strony, czyli biorąc pod uwagę ostateczne skutki działalności grup ludzkich wynikające z uprawiania działalności gospodarczej przy określonych strukturach społecznych, łatwo dostrzec, że pozostają one w złożonych zależnościach od przyrodniczego otoczenia człowieka zarówno w sensie możliwości stwarzanych przez środowisko, jak i tego środowiska przekształceń. Dotykamy tu typowych kwestii ekologicznych.

Człowiek jest obecnie na Ziemi najliczniej reprezentowanym gatunkiem dużego ssaka. Zamieszkuje on wszelką dostępną powierzchnię lądów, ponieważ osiągnął taki stopień przystosowania iż może przeżyć praktycznie w każdych warunkach ekologicznych występujących na naszym globie. Zasadniczym mechanizmem przystosowawczym jest w przypadku naszego gatunku ewolucyjny rozwój szeroko ro-

zumianej kultury, a więc całokształtu zdolności technologiczno-organizacyjnych. Sprawność przystosowawcza tego mechanizmu jest tak wysoka, że może stwarzać wrażenie uniezależnienia się człowieka od reguł rządzących istnieniem innych gatunków. Uniezależnienie to nie jest jednak zupełne. Przyjrzyjmy się rozmieszczeniu ludności świata (ryc. 3.1.1). Pierwsza rzecz, którą można zauważyć, to nierównomierność rozmieszczenia. Istnieją do dziś na Ziemi obszary praktycznie puste, zupełnie niezaludnione, a równocześnie istnieją niewielkie skrawki lądów zasiedlone niezwykle gęsto. Warto zauważyć, że te tereny, na których koncentruje się szczególnie dużo ludzi położone są zwykle w pobliżu zbiorników wodnych na wybrzeżach i wzdłuż większych rzek. Pobieżna znajomość geografii wystarcza do zrozumienia, że obszary o bardzo małej gęstości zaludnienia to najczęściej tereny pustynne, nieprzebyte kompleksy leśne lub bagienne, góry czy też po prostu obszary o klimacie uniemożliwiającym prowadzenie intensywnej działalności gospodarczej. Moglibyśmy teraz szczegółowo, punkt po punkcie, przeanalizować dokładniej przyczyny skupiania się ludności na pewnych terenach, a unikanie przez nią innych regionów. Wydaje się jednak, że Czytelnik większość tych przyczyn potrafi dostrzec samodzielnie i prawidłowo je zinterpretować.

Większość tych przyczyn ma podłoże przyrodnicze, wiążące się z wymaganiami pokarmowymi czy z utrzymaniem odpowiednich dla przeżycia warunków mikroklimatycznych (budowa schronień, ogrzewanie, odzież) lub wreszcie z wymaganiami w stosunku do wody (a są one wielorakie: klimatyczne, komunikacyjne, metaboliczne, higieniczne itp.). Jakkolwiek przyczyny rozmieszczenia ludności, które każdy, bez głębszego zastanawiania się, uzna za naturalne, są liczne, to jednak w pewnych przypadkach, koncentracji ludności nie daje się wyjaśnić wyłącznie przez odwołanie do właściwości wąsko pojętego otoczenia przyrodniczego. W tych sytuacjach musimy już sięgać do właściwości samych populacji ludzkich i wynikających z nich możliwości zasiedlania określonych terenów. Warto w tym miejscu podkreślić, że właściwości te powstały ewolucyjnie, drogą złożonych oddziaływań pomiędzy grupami ludzkimi a ich otoczeniem, i co za tym idzie, jeśli nawet są one w chwili obecnej specyficzne tylko dla naszego gatunku, należy uznać je za naturalne. Spośród takich właściwości należy przede wszystkim wymienić konieczność utrzymywania określonej wewnętrznej struktury grupy, a więc konieczność łączności pomiędzy jej elementami składowymi (osobnikami, rodzinami, podgrupami), możliwości przemieszczania się osobników i grup, oraz szeroko rozumiane przystosowanie kulturowe (technologiczne i organizacyjne) do bytowania w określonych środowiskach geograficznych.

Konieczność utrzymywania łączności niezbędnej dla współpracy pomiędzy ludźmi przeciwstawia się tendencji do rozpraszania członków grupy oraz powoduje rozmieszczanie się ludności w sposób charakterystyczny dla lokalnych warunków geograficzno-przyrodniczych i poziomu gospodarczo-społecznego. Zdolność poruszania się stwarza nie tylko możliwości komunikacyjne (wymiana dóbr materialnych, wiadomości, a w końcu i samych członków grup), ale również limituje możliwości przekraczania barier. I tak, na przykład woda stanowiąc bardzo dogodną drogę z jednej strony, z drugiej, w pewnych sytuacjach stanowi silną barierę dla rozprzestrzeniania się ludzi. Duży zbiornik wodny — morze lub ocean dla ludzi nie wy-

posażonych w odpowiednio sprawne statki stanowi barierę nie do przebycia. Trzecia grupa przyczyn — umiejętność eksploatowania określonego środowiska oraz ochrony przed jego niekorzystnymi wpływami — może np. wyjaśnić gęste zaludnienie niektórych części Europy i niską liczbę ludności na północy Azji czy na Grenlandii. Mimo iż ta ostatnia jest przy dzisiejszych środkach komunikacji łatwo osiągalna, nawet wobec nowoczesnych, wysoko rozwiniętych możliwości technologicznych nie stanowi terenu, na którym mogłaby samodzielnie bytować duża populacja ludzka.

Konieczność zachowania wewnętrznej łączności pomiędzy jednostkami wchodzącymi w skład zbiorowości ludzkiej, jak również istnienie trudnych do pokonania barier, powodują wydzielanie się w obrębie naszego gatunku podjednostek. Podjednostki te, żyjąc w określonych, zróżnicowanych między sobą warunkach, rozwijając się w częściowej izolacji od innych grup ludzkich i przystosowując zdolności eksploatacyjne oraz swą strukturę do przeżycia w lokalnie panujących warunkach różnią się w zakresie wielu charakterystyk. Takie podjednostki mają przy tym tendencję do samowyróżniania się — członkowie ich posiadają na ogół silną świadomość przynależności do określonej grupy dającej się odróżnić od pozostałych. To właśnie stanowi jedną z przyczyn podziału politycznego czy administracyjnego dzisiejszego świata. Oczywiście nie bez wyjątków. Często bowiem na formalny podział polityczny wpływają inne czynniki, których jednak nie będziemy tu szczegółowo omawiać.

Podjednostki, o których mówiliśmy, jakkolwiek kontaktują się pomiędzy sobą, i to nieraz dość intensywnie, stanowią w dużej mierze odrębne systemy. Systemy te, niezależnie od tego, że wymieniają zarówno materię, jak i informację z innymi podjednostkami, są na ogół zdolne do samodzielnego przetrwania — posiadają wszelkie charakterystyki zapewniające im ciągłość czasową, wieloletnią trwałość mierzoną życiem licznych pokoleń. Takie właśnie, zdolne do samodzielnego trwania przez czas życia wielu pokoleń jednostki nazywać tu będziemy populacjami. Słowo „populacja" pochodzące od łacińskiego *populus* — lud, ma w dzisiejszym języku wiele znaczeń. Często używa się go po prostu jako synonimu polskiego słowa zbiorowość czy ludność. Mówi się więc o populacji Polski, populacji ludzi chorych, a w statystyce matematycznej o populacji mierzonych obiektów, obojętnie czy tymi obiektami są ludzie, czy jakiekolwiek twory nieożywione. W biologii jednak termin „populacja" znalazł precyzyjniejsze określenie. Stosuje się go dla nazwania zbioru osobników zamieszkujących określony teren i mających wspólną pulę genów. Wydaje się jednak, że wspólnota terenu nie jest tu cechą najistotniejszą, jakkolwiek w przypadku ogromnej większości zbiorowości, które mamy prawo nazwać populacjami taka ograniczoność terytorialna występuje. Stanowi ona jedynie przesłankę dla formowania się wspólnej puli genów — głównego wyróżnika populacji. Najistotniejszą cechą tak rozumianej populacji biologicznej jest więc wspólność zasobu informacji zawartego w genach lub w jakichkolwiek innych nośnikach, który pozwala zbiorowości organizować kontakty z otoczeniem w sposób zapewniający przetrwanie — kontynuację swego istnienia.

> Populacja stanowi układ dynamiczny nie będący zwyczajnym zgrupowaniem byle jak wybranych i ułożonych elementów, ale systemem posiadającym wyraźne wewnętrzne uporządkowanie, składającym się ze zróżnicowanych osobników.

Sposób uporządkowania jest taki by wspólnie uzupełniając się, osobnicy zapewniali realizację podstawowej cechy populacji zdolności do przetrwania i samoodtwarzania. Tak więc system żywy jakim jest populacja musi posiadać zdolność do powielania posiadanego zasobu informacji przy wymianie osobników wchodzących w jego skład. System taki musi posiadać wielkość odpowiednią dla przechowywania i przetwarzania właściwego zasobu informacji i taką strukturę uporządkowania wewnętrznego, która umożliwia wykorzystanie informacji zakodowanych na różnych nośnikach. Populacja musi też wykazywać określoną dynamikę rozwoju, trwając w czasie, bowiem jej zasób informacji musi być przekazywany z jednych osobników na inne oraz odpowiednio uzupełniany i modelowany, by sprostać zadaniu zapewnienia trwania systemu w zmieniających się warunkach otoczenia.

> Biologia populacyjna człowieka zajmuje się rozważaniem powstawania i funkcjonowania grup ludzkich przy zastosowaniu podejścia właściwego naukom przyrodniczym. Celem badań prowadzonych w ramach tej dyscypliny jest opisanie zależności pomiędzy układem żywym jaki stanowi zbiorowość ludzka a otaczającą ją rzeczywistością, opisanie wewnętrznej struktury tego układu i wyjaśnienie przyczyn powstania tych zależności, tej struktury oraz mechanizmów ich przemian.

Ponieważ przedmiot badań biologii populacyjnej człowieka jest w wielu punktach wspólny z różnymi dyscyplinami nauk przyrodniczych i społecznych w znacznej mierze wykorzystuje się w niej metody opisu zjawisk podobne do stosowanych w tych dyscyplinach. W niniejszym rozdziale omówione zostaną podstawowe metody ilościowego opisu struktury i dynamiki populacji ludzkiej.

Wielkość populacji i gęstość zaludnienia

Podstawową charakterystyką populacji jest jej wielkość. Na pierwszy rzut oka wydaje się, że jest to cecha bardzo łatwa do opisania - wystarczy przecież policzyć osobniki. Nie zawsze jednak proste zliczenie osobników jest wystarczające. Osobniki są przecież zróżnicowane, nieraz bardzo znacznie. Różne populacje mogą zawierać osobniki o różniących się międzypopulacyjnie charakterystykach, takich jak np. wielkość ciała. Łatwo zrozumieć, że dwie populacje składające się z takiej samej liczby osobników wcale nie muszą mieć „na oko" równej wielkości. Wystarczy aby osobnicy wchodzący w skład jednej z nich mieli przeciętnie rozmiary inne niż członkowie drugiej. Różnica ta na przykład jest istotna wówczas, gdy chodzi o opisanie przepływu materii i energii przez populację. Intensywność tego przepływu zależy w dużej mierze od ogólnej ilości materii zawartej w ciałach członków populacji — od jej biomasy, a nie od liczby osobników.

Tabela 3.1.1. Gęstość zaludnienia wybranych państw świata (w osobach na km²) rok 1966

Kraj	Gęstość zaludnienia	Kraj	Gęstość zaludnienia
Austria	87	Mongolia	0,7
Belgia	312	Singapore	3294
Czechosłowacja	111	Botswana	1,0
Finlandia	14	Kongo	2,5
Islandia	2	Rwanda	122
Berlin Zachodni	4555	Nigeria	63
Portugalia	100	Barbados	570
Cejlon	175	Meksyk	22
Arabia Saudyjska	3	Grenlandia	0,0
Japonia	267	Australia	1,5

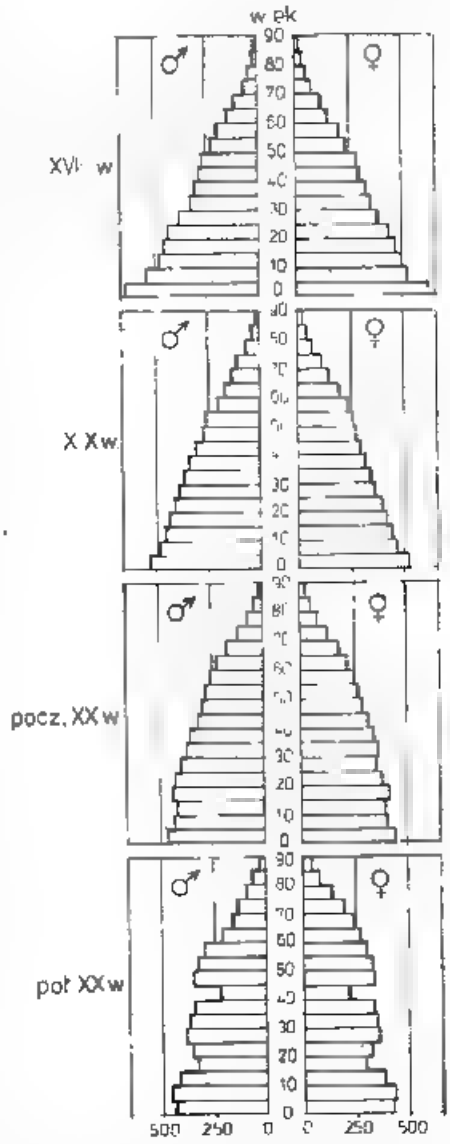
W przypadku populacji ludzkich, dla większości celów badawczych wystarcza podanie liczby osobników jako charakterystyki wielkości. W tym zakresie w obrębie naszego gatunku istnieje duże zróżnicowanie, żyją bowiem do dziś odrębne jednostki populacyjne liczące zaledwie kilkuset osobników (np. tubylcy australijscy, zbieracko-łowieckie grupy w Afryce), a równocześnie mamy do czynienia z populacjami o wielkości setek milionów ludzi. Tak duże zróżnicowanie wielkości populacji ma podłoże ekologiczne. Zależy ono od czynników, o których była mowa poprzednio od otoczenia przyrodniczego, wyposażenia populacji w środki umożliwiające eksploatację środowiska i ochronę przed jego niekorzystnymi wpływami i w końcu od możliwości kontaktowania się z innymi grupami. Tak więc wielkość populacji może stanowić bardzo ogólny miernik jej sytuacji ekologicznej. Nie zawsze miernik ten jednak, nawet dla prostych analiz jest wystarczający. Zdarzyć się może bowiem tak, że populacja dobrze wyposażona w możliwości eksploatacji swego środowiska, żyjąca w otoczeniu, które nie stwarza wielu zagrożeń dla trwałości grupy, ze względu na swoją izolację nie ma po prostu terytorialnych możliwości powiększenia swej liczebności. Dlatego też często lepszym miernikiem niż wielkość populacji staje się jej zagęszczenie. Gęstość zaludnienia informuje bowiem o wielkości populacji odniesionej do jednostki powierzchni. W tabeli 3.1.1 podano przykłady gęstości zaludnienia dla wybranych grup ludzkich. Łatwo zauważyć, że najmniejszą gęstość zaludnienia obserwuje się na terenach zasiedlanych przez grupy posługujące się mało sprawnymi technikami eksploatacji środowiska: zbieractwo i łowiectwo, prymitywne rolnictwo lub żyjące w otoczeniu zawierającym niewiele dających się zużytkować, nawet przy wysoko zaawansowanych możliwościach eksploatacyjnych, zasobów, ze względu np. na warunki klimatyczne Wysokie natomiast gęstości zaludnienia obserwuje się na terenach zindustrializowanych, gdzie sposoby eksploatacji otoczenia są bardzo złożone, a przy tym, ze względu na wysoki stopień organizacji bardzo wydajne, kontakty zaś z innymi grupami intensywne i wielostronne. Równie wysokie gęstości zaludnienia istnieją na terenach dobrze nadających się dla rozwoju rolnictwa, na których żyją grupy ludzkie wyposażone w wysoko zaawansowane technologie hodowli roślin i zwierząt.

Struktura populacji według płci i wieku

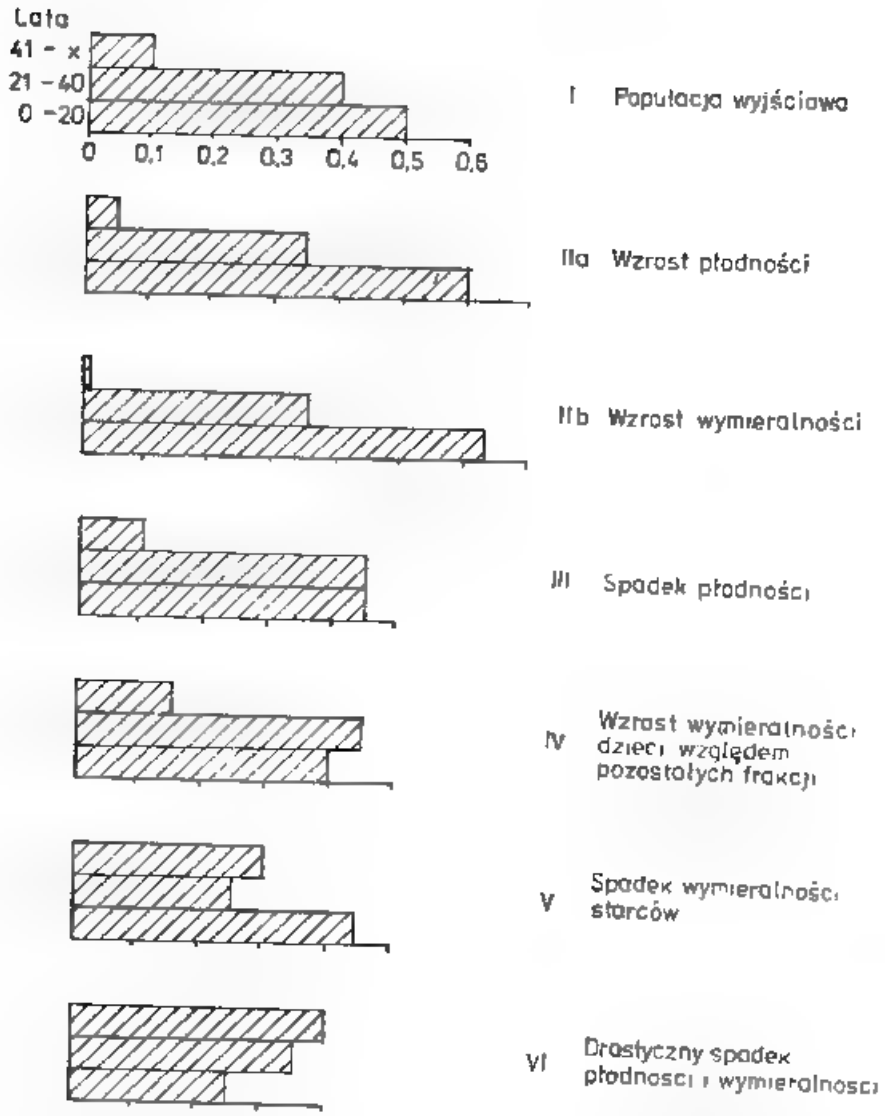
Dla zachowania zawartości informacyjnej populacji, chociażby już tylko informacji genetycznej, musi w grupie następować stała wymiana osobników. Informacja genetyczna zawarta w ciałach jednego pokolenia musi przejść do pokoleń następnych w procesie reprodukcji. W przeciwnym razie informacja zniknie wraz ze śmiercią jej nosicieli. W przypadku gatunków o skomplikowanym i długotrwałym przebiegu rozwoju osobniczego, u których osobnik zdolny jest do wielokrotnego wydania na świat potomstwa w ciągu swego życia, spełnienie tego wymogu oznacza, że w populacji będą żyły obok siebie osobniki w różnych stadiach rozwoju

populacja będzie posiadać zróżnicowaną strukturę według wieku. U gatunków biseksualnych populacje muszą oczywiście posiadać również określoną liczbę osobników obydwu płci — strukturę płci. Struktura populacji według płci i wieku zależy od ruchu naturalnego i wędrówkowego — wymierania, rodzenia się, emigracji i imigracji osobników. Przebieg procesu reprodukcji zawsze ma wpływ na strukturę populacji, podczas gdy ruch wędrówkowy posiada dla jej determinacji znaczenie tylko wówczas, gdy migracja jest selektywna względem płci lub wieku, a bilans odpływu i napływu ludności nie jest zerowy.

Standardowym sposobem przedstawienia struktury populacji według płci i wieku jest podanie częstości osobników w poszczególnych kategoriach wieku i płci. Obrazem graficznym rozkładu częstości jest histogram zbudowany w układzie współrzędnych, na którego osi pionowej odłożone są klasy wieku, a na osi poziomej w jedną stronę odkłada się częstości dla męskiej części populacji, a w drugą dla żeńskiej. Tak zbudowany histogram ma na ogół kształt zbliżony do trójkąta i potocznie nazywany jest piramidą populacji. Kilka takich piramid przedstawiono na ryc. 3.1.2. Znając prawidłowości rządzące związkiem pomiędzy ruchem wędrówkowym i naturalnym a strukturą ludności według płci i wieku, z piramidy łatwo można odczytać historię ludności. Na przykład wyemigrowanie grupy mężczyzn będących w określonym wieku zaznaczy się „wyrwą" po „męskiej" stronie piramidy w określonej grupie wieku. Z upływem lat wyrwa ta przesunie się ku górze — ku starszym klasom wieku. Podobny efekt będzie miało wyginięcie ludności będącej w określonym wieku na skutek wojny, katastrofy



Ryc. 3.1.2. Piramidy wieku populacji francuskiej (wg R. Pressata)



Ryc. 3.1.3. Wpływ ruchu naturalnego na kształt piramidy ludności

naturalnej lub epidemii. Okresowy spadek liczby urodzeń zaznaczy się zwężeniem podstawy piramidy — wzrost liczby urodzeń jej poszerzeniem. Nie tylko jednak zjawiska krótkotrwałe pozostawiają swe piętno na piramidach populacji. Również długookresowe trendy ruchu naturalnego odzwierciedlają się w kształcie piramid, obejmują one swym wpływem wszystkie klasy wieku. Różne warianty wpływu ruchu naturalnego na strukturę wieku populacji przedstawiono schematycznie na ryc. 3.1.3.

Struktura populacji według wieku pozwala na określenie zapotrzebowań na środki utrzymania się przy życiu oraz możliwości produkcji. Najprościej rzecz biorąc, można znając zapotrzebowania pokarmowe ludzi w różnym wieku, wielkość populacji oraz jej strukturę z wystarczającą dokładnością oszacować potrzeby żywnościowe ludności. Podobnie, chociaż sposób szacowania jest tu nieco bardziej skomplikowany, można się orientować w potrzebach dotyczących zapewnienia mieszkań, wykształcenia itp. Znając, z drugiej strony, zdolność osób, w zależności od wieku i płci, do uczestniczenia w produkcji możemy z wielkości oraz piramidy populacji odczytać wielkość grupy osób zdolnych do udziału w wytwarzaniu różnych rodzajów dóbr, oraz liczebność grupy osób, które można nazwać „zależnymi", niezdolnymi do samodzielnego zapewnienia sobie środków do życia. Prostym

miernikiem strukturalnym populacji informującym o tym jaka zdolność do udziału w produkcji przysługuje danej populacji jest tzw. współczynnik zależności obliczany jako stosunek liczby osób niezdolnych do samodzielnego zapewnienia sobie bytu do liczby osób sprawnych produkcyjnie. Jeśli np. stosunek taki wyraża się liczbą 1 — oznacza to, że na każdego człowieka zdolnego do uczestniczenia w produkcji przypada jedna osoba, którą musi on utrzymać. Wartości tego współczynnika zmieniają się w zależności od proporcji w piramidzie pomiędzy dorosłymi a dziećmi i ludźmi w podeszłym wieku. Szczegółowszych informacji o strukturze populacji mogą dostarczyć obserwacje dodatkowych cech, takich jak stopień wykształcenia, przygotowanie zawodowe, stan majątkowy itp. Cechy mogą być dobierane dowolnie w zależności od potrzeb konkretnej, szczegółowej analizy. Mówiliśmy już o rozmieszczeniu ludności, o jej koncentrowaniu się na pewnych obszarach. Jeśli przedmiotem badania jest ludność dużego obszaru — regionu, bądź kraju, wówczas opis strukturalny powinien dotyczyć także rozmieszczenia tej ludności wewnątrz danego terytorium. Podaje się go na ogół w postaci szczegółowych informacji o gęstości zaludnienia poszczególnych, niewielkich wycinków terenu. Można tę samą informację podać również w postaci danych o liczebności grup zamieszkujących poszczególne osiedla czy jednostki podziału administracyjnego.

Ważnym elementem struktury populacji jest najmniejsza zbiorowa jednostka ludzka, a mianowicie rodzina. Rodzina jest na ogół nie tylko grupką osób związanych ze sobą biologicznie, stanowi ona również jednostkę w sensie gospodarczym i społecznym. Związki rodzinne typu relacji biologicznej mogą łączyć osoby żyjące niezależnie od siebie. Wielu krewnych widuje się ze sobą bardzo rzadko lub wcale. Na ogół jednak bliskie kontakty utrzymują ze sobą członkowie tzw. rodziny podstawowej, a więc rodzice i dzieci. Rodzina w sensie jednostki ekonomicznej rozumiana jest nieco inaczej i czasem określana terminem „gospodarstwo domowe". W tym przypadku mówimy o takiej grupie osób, które niezależnie od więzów pokrewieństwa biologicznego mieszkają razem prowadząc wspólne gospodarstwo. W skład większości tak rozumianych rodzin wchodzą rodzice, dzieci, ewentualnie dalsi krewni jak również osoby niespokrewnione: służący, dzieci adoptowane itp. Z drugiej strony możemy tu mieć do czynienia z niepełną nawet rodziną podstawową (jedno z rodziców + dzieci, tylko rodzeństwo itp.). Nie zawsze więc pojęcie „rodzina" stosowane przy opisie populacji odpowiada ściśle biologicznemu znaczeniu tego terminu. Biologicznie rozumiana rodzina jest tą grupką, która stanowi podstawę jednego z elementów ruchu naturalnego — urodzeń.

Ruch naturalny — reprodukcja: urodzenia i zgony

Wspólną nazwą „ruch naturalny" obejmujemy dwa, dla celów analitycznych rozdzielane zjawiska, rodzenia się i umierania. Wynikiem bilansowania się urodzeń i zgonów jest proces reprodukcji, odnowy ludności. Przebieg procesu reprodukcji

decyduje o dynamice populacji, zarówno o zmianach jej liczebności, jak i o przekształceniach struktury. Najprostszym sposobem opisu ruchu naturalnego jest po prostu podanie liczby urodzeń i zgonów w jednostce czasu, różnica tych dwu liczb określi nam przyrost lub ubytek naturalny. Dane uzyskane w ten sposób nie nadają się jednak do porównań, ze względu na zmieniającą się wielkość populacji, dającą przy tym samym natężeniu rodności czy umieralności różne liczby bezwzględne urodzeń i zgonów. Zwróćmy uwagę, że ten brak porównywalności danych bezwzględnych występuje nie tylko między populacjami o różniącej się liczebności, ale dotyczy również obserwacji prowadzonych przez pewien czas na tej samej populacji. Jeśli populacja taka ma niezerowy przyrost naturalny, jej liczebność z upływem lat będzie się zmieniać, a bezwzględne liczby urodzeń i zgonów przestaną informować o natężeniu ruchu naturalnego, a więc o tym czy np. liczba urodzeń z jednego małżeństwa pozostaje taka sama czy ulega zmianie. Natężenie procesu ludnościowego mierzy się liczbami względnymi noszącymi nazwę współczynników. Odnoszą one liczebność osób, których dane zjawisko dotyczy (urodzenie, zgon, otrzymanie dyplomu itp.) do liczebności populacji lub jej części.

Natężenie rodności, umieralności i przyrostu naturalnego mierzy się za pomocą odpowiednich współczynników. Zwykle są one obliczane dla okresów rocznych, choć nic nie stoi na przeszkodzie by obliczać je również dla innych okresów.

> Surowy współczynnik urodzeń jest stosunkiem liczby urodzeń jakie nastąpiły w obserwowanej populacji w danym okresie do ogólnej liczebności populacji; odpowiednio surowy współczynnik zgonów oblicza się jako stosunek liczby zmarłych w danym okresie do liczebności populacji. Współczynnik przyrostu naturalnego jest różnicą między współczynnikiem urodzeń a współczynnikiem zgonów.

Można go również obliczać dzieląc różnicę między liczbą urodzeń i zgonów przez liczebność populacji. Algebraicznie oba te sposoby są równoznaczne. W tabeli 3.1.2 podano wartości opisanych współczynników dla wybranych grup.

Analiza surowych współczynników, nie uwzględniająca struktury populacji jest zwykle niewystarczająca dla badania ruchu naturalnego. Pogłębienie opisu uzyskuje się przez obserwacje tzw. współczynników cząstkowych uwzględniających właściwości strukturalne populacji, w której dokonuje się proces reprodukcji. I tak na przykład o „dostarczaniu" populacji nowych osobników lepiej niż surowy współczynnik urodzeń poinformuje rozpatrzenie natężenia urodzeń następujących z kobiet będących w określonym wieku, opisane cząstkowymi współczynnikami płodności. Współczynniki takie są konstruowane w ten sposób, że obserwuje się liczbę urodzeń jakie nastąpiły w danym okresie z kobiet będących w określonym wieku i odnosi się ją do liczby wszystkich kobiet w tym wieku jakie żyły w populacji w danym okresie. Tak więc cząstkowy współczynnik płodności dla kobiet 20 - 24-letnich (f_{20-24}) równy jest liczbie dzieci urodzonych przez matki, które ukończyły dwudziesty rok życia, a nie przekroczyły wieku 25 lat, w ciągu jednego roku podzielonej przez całkowitą liczebność grupy kobiet 20 - 24 letnich w badanej populacji. Badanie za pomocą współczynników cząstkowych można dalej

Tabela 3.1.2. Współczynniki ruchu naturalnego w wybranych regionach świata

Terytorium	W_{ur}	W_{zg}	r
Świat	0,033	0,013	0,020
Kraje rozwinięte	0,017	0,009	0,008
Kraje rozwijające się	0,039	0,014	0,025
Afryka	0,046	0,019	0,027
Azja (oprócz Japonii)	0,038	0,014	0,024
Ameryka Łacińska (tropik)	0,038	0,008	0,030
Stany Zjednoczone Ameryki Północnej	0,015	0,009	0,006
Japonia	0,019	0,007	0,012
Europa	0,016	0,011	0,005
Związek Radziecki	0,018	0,008	0,010
Inne: Kanada, Australia Nowa Zelandia, Ameryka Łacińska (klimat umiarkowany)	0,022	0,008	0,014

uściślić ograniczając obserwację np. jedynie do kobiet pozostających w związkach małżeńskich — otrzymamy wówczas cząstkowe współczynniki płodności małżeńskiej według wieku.

Zajmijmy się teraz szczegółowiej sposobami opisu elementów ruchu naturalnego.

Nowi osobnicy pojawiają się w populacji na skutek licznych procesów mających ostatecznie podłoże biologiczne, silnie jednak warunkowanych kulturowo. Warunkiem powstania nowego osobnika jest wprowadzenie zdolnych do zapłodnienia plemników do dróg rodnych kobiety, w których znajduje się zdolne do zapłodnienia jajo. W praktyce oznacza to odbywanie stosunków płciowych (mimo rozpowszechniającego się sztucznego zaplemnienia) przez osoby zdolne do rozrodu. Pomijając rozważania natury formalno-prawnej dotyczące pojęcia związku małżeńskiego, można powiedzieć, że przesłanką do zaistnienia sytuacji, w której może dojść do zapłodnienia jest wspólne zamieszkiwanie (kohabitacja) osób płci odmiennej, zdolnych biologicznie i społecznie (a więc nie bliskich krewnych) do płodnego poczęcia. Nie we wszystkich sytuacjach bowiem, formalne zawarcie związku małżeńskiego równoznaczne jest z rozpoczęciem kohabitacji. Czasami osoby nie będące prawnie małżonkami są nimi faktycznie, taki nieformalny związek po pewnym czasie może być zalegalizowany przez akt ślubu, chociaż nie zawsze tak się dzieje. Mamy wówczas do czynienia z konkubinatem. Instytucja konkubinatu może być uznawana i sankcjonowana społecznie, w niektórych grupach ludzkich osobom żyjącym w takim związku przysługują nawet formalnie pewne uprawnienia normalnie wynikające z faktu zawarcia małżeństwa (np. obowiązek alimentacji współpartnera). Napotyka się też sytuacje odwrotne, w których małżeństwo zostało prawnie zawarte, brak jednak cech kohabitacji.

Jeżeli w dalszych częściach tego rozdziału użyty będzie termin „małżeństwo" to należy go rozumieć w wyjaśnionym wyżej sensie. Oczywiście w większości popu-

lacji moment zawarcia związku małżeńskiego zbiega się z czasem rozpoczęcia kohabitacji i wówczas rozważanie omówionych szczegółowych sytuacji staje się zbędne. Należy pamiętać, że pojęcie „kohabitacja", podobnie jak małżeństwo odnosi się do związku, w którym pożycie ma cechy stałości; nie uwzględniamy tu przygodnych, przelotnych i mających zwykle małą częstość stosunków poza trwałym związkiem.

Proces „produkcji" potomstwa u człowieka ma charakter ciągły nowi osobnicy pojawiają się w populacji w sposób nieprzerwany, w każdym momencie, niezależnie od pory roku istnieje szansa na rodzenie się potomstwa, w odróżnieniu od wielu innych gatunków, gdzie proces rozrodu ma charakter cykliczny i sezonowy. Sezonowe zmiany natężenia urodzeń w populacjach ludzkich aczkolwiek występują, są niewielkie, a ich regulacja ma podłoże kulturowe. Brak tu regularności obowiązującej dla całego gatunku.

Jakkolwiek proces rozrodu nosi cechy ciągłości, dla celów analitycznych warto w nim wyróżniać szereg zdarzeń oddzielających od siebie poszczególne okresy w życiu osób uczestniczących w reprodukcji. Śledząc „historię" powstawania rodziny podstawowej (tj. składającej się z rodziców i dzieci) możemy wyróżnić zdarzenia i okresy przedstawione na schemacie.

Zdarzenia	Okresy
	I) młodzieńczy brak zdolności do rozrodu
1) osiągnięcie dojrzałości rozrodczej	
	II) ryzyko zajścia w ciążę (potencjalne)
2) rozpoczęcie pożycia płciowego	
	III) ryzyko zajścia w ciążę (rzeczywiste)
3) zapłodnienie	
	IV) ciąża
4) urodzenie lub poronienie	
	V) poporodowy brak zdolności rozrodczej
5) przywrócenie zdolności do kontynuowania rozrodu	
	II + III) ryzyko zajścia w ciążę
3) zapłodnienie	
	IV) ciąża
....	
....	
6) zanik zdolności do dalszego rozrodu	
	VI) trwała sterylność

Po urodzeniu się osobnik płci żeńskiej lub męskiej jest przez pewien czas niezdolny do rozrodu jest to okres dziecięcego i młodzieńczego braku zdolności rozrodczej (sterylności). Dojrzewając płciowo i społecznie osobnik uzyskuje zdolność do rozrodu (pomijamy tu przypadki szczególne patologii lub społecznego narzucenia celibatu). Należy przypomnieć, że moment osiągnięcia dojrzałości płciowej, za który przyjęto u dziewcząt wystąpienie pierwszej menstruacji (*menarche*), a u chłopców pierwszych wytrysków nasienia nie wyznacza w sposób jednoznaczny początku okresu zdolności rozrodczej. Rozwój organizmu po wystąpieniu wymie-

nionych zjawisk przebiega nadal i dopiero w parę lat później osobnicy są w pełni zdolni do pełnienia funkcji prokreacyjnych. Zagadnienie społecznej dojrzałości do rozrodu jest bardziej złożone, zależy ona od wielu uwarunkowań natury kulturowej, których nie będziemy tutaj rozważali w szczegółach. Wystarczy jedynie powiedzieć, że moment społecznego uznania osoby za zdolną do założenia rodziny albo zbiega się z czasem osiągnięcia dojrzałości biologicznej, albo jest w stosunku do niego opóźniony.

Osoby zdolne w danej chwili do rozrodu uważa się za będące w stanie „ryzyka zajścia w ciążę". Sformułowanie to jest jednoznaczne w odniesieniu do kobiet, w stosunku do mężczyzn ma ono znaczenie przenośne, powinno się tu mówić raczej o „ryzyku spowodowania ciąży", łatwiej jednak używać jednego tylko terminu. W zależności od tego czy osoba pozostaje w stanie bezżennym, czy też odbywa stosunki płciowe stan „ryzyka" może być potencjalny lub rzeczywisty. Zależy to również od ewentualnego stosowania środków i metod kontroli urodzeń. Stosując odpowiednie postępowanie antykoncepcyjne, nawet przy trwałym pożyciu stan ryzyka zajścia w ciążę może być tylko potencjalny. Zauważmy przy tym, że metody i środki antykoncepcyjne mogą albo usuwać stan ryzyka zajścia w ciążę poprzez zaistnienie biologicznej niezdolności do rozrodu (np. środki hormonalne, sterylizacja chirurgiczna), albo też bez naruszania fizjologii i budowy organizmu przez usunięcie szansy zapłodnienia w trakcie stosunków (np. środki mechaniczne, preparaty plemnikobójcze itp.).

W przypadku normalnej zdolności rozrodczej partnerów i braku antykoncepcji okres „rzeczywistego ryzyka zajścia w ciążę" kończy się zapłodnieniem, od którego rozpoczyna się okres ciąży. Czas trwania okresu rzeczywistego ryzyka, wyznaczany momentami rozpoczęcia stosunków mających szansę zapłodnienia i zapłodnieniem stanowi umowną miarę „zapładnialności" — zdolności stadła do wywołania ciąży.

Przy braku antykoncepcji zapładnialność jest funkcją dwu wielkości: zdolności partnerów do rozrodu (biologicznych cech organizmów) oraz częstości stosunków płciowych i ich rytmiki (rozkładu w cyklu miesięcznym). Jeśli oboje partnerzy produkują zdolne do zapłodnienia gamety z odpowiednią regularnością (kobieta) i w odpowiednich ilościach (mężczyzna), a stosunki płciowe odbywają się często i z taką rytmiką by zaplemnienia następowały w czasie, gdy w drogach rodnych kobiety znajduje się zdolne do przyjęcia plemnika jajo, zapładnialność będzie wysoka. W przypadku wad organizmów lub niskiej częstości czy nieprawidłowej rytmiki stosunków czas rzeczywistego ryzyka zajścia w ciążę wydłuża się.

Czas trwania ciąży jest oczywiście w swojej górnej granicy limitowany normalnym rozwojem płodu i momentem urodzenia. Jednakże wiele ciąż może kończyć się przedwcześnie na skutek poronienia — bądź to sztucznego, bądź samoistnego. Poronienia samoistne wywoływane są albo wadami samego płodu, albo organizmu matki, lub też niezgodnością pomiędzy matką i płodem, a więc „biologicznymi" uwarunkowaniami osobników uczestniczących w rozrodzie. Zdarza się, że poronienie samoistne wywoływane jest przyczyną, którą można sklasyfikować jako „zewnętrzną" w stosunku do matki i płodu, np. uraz ciała kobiety ciężarnej. Jednakże jest to uszkodzenie sprawności biologicznej organizmu matki, nie mające uświada-

mianego celu przerwania ciąży, a więc przyczyna tego samego rodzaju co chociażby przewlekła choroba kobiety.

Po zakończeniu ciąży czy to poronieniem, czy porodem, organizm kobiety nie jest natychmiast zdolny do rozpoczęcia następnej ciąży. Musi upłynąć pewien czas, w którym cofną się zmiany fizjologiczne i morfologiczne powstałe w wyniku ciąży i jej zakończenia. Okres ten będziemy nazywać okresem braku zdolności rozrodczej po zakończeniu ciąży. Po przywróceniu zdolności do rozrodu następuje ponownie okres ryzyka zajścia w ciążę, dochodzi do następnego zapłodnienia i cykl powtarza się tak długo aż procesy involucyjne lub patologiczne nie spowodują u partnerów trwałego zaniku zdolności do rozrodu (ostatecznej sterylności).

Kontrolą urodzeń człowiek może ingerować w przebieg wszystkich zjawisk związanych z rozrodem wpływając na ich występowanie lub brak i regulując długość poszczególnych okresów. Należy pamiętać, że termin „kontrola urodzeń" jakkolwiek najczęściej kojarzony jest z działaniami ograniczającymi liczbę przychodzącego na świat potomstwa, ma znaczenie szersze. Określamy nim wszelkie działania wpływające na natężenie i rytmikę urodzeń. Zatem kontrolę urodzeń poza ograniczaniem liczby porodów będzie także stanowić działanie celem podniesienia liczby rodzących się dzieci (np. leczenie bezpłodności, działania zmierzające do zwiększenia częstości płodnych stosunków) oraz regulacja odstępów między przychodzeniem na świat kolejnych dzieci celem zapewnienia właściwego rytmu rozwoju rodziny. Praktycznie wszystkie populacje ludzkie stosują określone formy kontroli urodzeń.

Z punktu widzenia procesu reprodukcji w populacji za najważniejsze rozróżnienie rodzajów kontroli urodzeń uznać należy wydzielenie niemaltuzjańskiego i maltuzjańskiego typu rozrodu.

> Przy maltuzjańskiej formie kontroli urodzeń regulowana jest przez rodziców całkowita liczba dzieci w rodzinie, przesłanką takiej regulacji jest wiedza o współzależności przyrostu ludności i dóbr materialnych.

Zakładając rodzinę partnerzy z góry decydują się na określoną liczbę dzieci i z reguły ten „plan" wykonują mając do dyspozycji dość szeroki repertuar środków i metod kontroli urodzeń. Ten typ kontroli urodzeń jest charakterystyczny dla większości populacji dysponujących wysoko rozwiniętymi technologiami i posiadających złożoną strukturę organizacyjną. Członkom tych populacji znana jest teza XIX-wiecznego ekonomisty Malthusa, że ludność przyrasta (przy braku kontroli) prędzej niż środki jej utrzymania.

> Przy niemaltuzjańskim typie kontroli urodzeń, właściwym populacjom o mniej rozwiniętych technologiach, potrzeba posiadania z góry określonej liczby potomstwa nie jest wyraźnie uświadomiona.

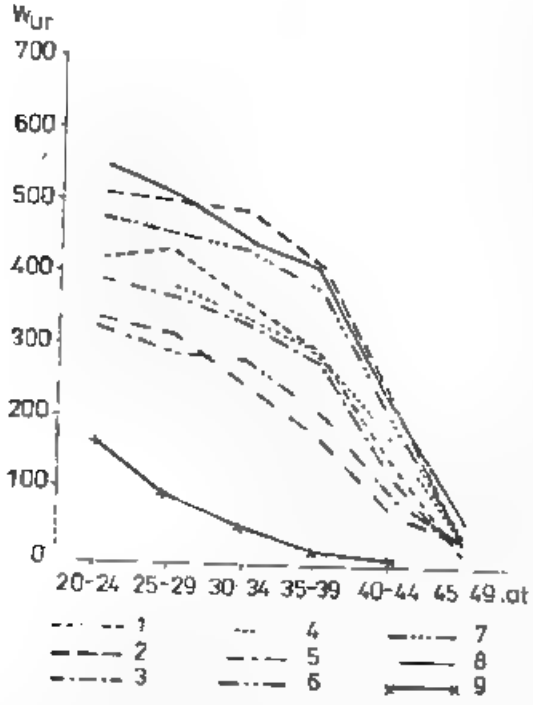
Nie stanowi ona głównej przyczyny kontroli urodzeń. Na ogół w grupach takich ideałem jest rodzina wielodzietna. Kontrola urodzeń ma raczej charakter regulacji rytmiki rozrostu rodziny. Chodzi tu przede wszystkim o to by zapewnić matce i dzieciom możliwie prawidłowe warunki bytowania i rozwoju nie ograniczając przy tym ekonomicznej roli kobiety. Nie jest więc na ogół pożądane zbyt wielkie

tempo rodzenia kolejnych dzieci, gdyż powoduje to obarczenie kobiety opieką nad dwojgiem bardzo małych (a więc silnie absorbujących matkę) dzieci równocześnie. W tym typie kontroli regulacji podlega więc nie całkowita liczba potomstwa bezpośrednio, ale raczej odstępy między kolejnymi urodzeniami. W wielu, na przykład grupach afrykańskich istnieją zwyczajowe zakazy odbywania, nawet w związku małżeńskim, stosunków płciowych nieraz w ciągu wielu miesięcy po porodzie — przedłuża się więc okresy pozornego ryzyka zajścia w ciążę. Jeżeli ciąża następuje zbyt szybko po urodzeniu poprzedniego dziecka doprowadza się do sztucznego poronienia. Równocześnie jednak, gdy kolejne urodzone dziecko zmarło wkrótce po przyjściu na świat, odstęp do następującego po nim urodzenia zostaje skrócony w porównaniu z odstępami między urodzeniami przeżywających dzieci.

Jak wynika z tego co powiedziano powyżej, najprecyzyjniejszy opis zjawiska rozrodu można otrzymać obserwując w populacji natężenie poszczególnych, wymienionych zjawisk oraz trwanie kolejnych okresów. Jest to jednak zadanie trudne „technicznie". Zwykle poprzestaje się na pomiarze odstępów między początkiem kohabitacji a pierwszym urodzeniem (tzw. odstęp protogenetyczny) oraz między kolejnymi urodzeniami (odstępy intergenetyczne). Ponieważ przebieg urodzeń w populacji zależy od wielu złożonych przyczyn społecznych i uwarunkowań natury biologicznej, jego opis jest syntetycznym wskaźnikiem sytuacji ekologiczno-kulturowej grupy ludzkiej.

Przedstawienie przebiegu rozrodu za pomocą obserwacji odstępów proto- i intergenetycznych, jakkolwiek bardzo informatywne, posiada pewne braki. Nie bierze się bowiem w takiej sytuacji pod uwagę osób nie posiadających w ogóle potomstwa czy to z przyczyn biologicznej bezpłodności, czy społecznie uwarunkowanego powstrzymywania się od posiadania potomstwa, ponadto żmudność obserwacji nie pozwala na szybkie badanie populacji o dużej liczebności.

W demografii zwykle stosuje się zbiorcze metody opisu płodności oparte na odpowiednich współczynnikach. Wspomnaliśmy już o cząstkowych współczynnikach płodności kobiet według wieku. Przypomnijmy, że współczynniki takie oblicza się dzieląc liczby dzieci urodzonych w pewnym okresie z kobiet będących w określonym wieku przez całkowitą liczbę kobiet w tym wieku. Na przykład celem podania współczynnika płodności dla kobiet 20 - 24-letnich ($f_{20\ 24}$) obserwujemy ile w ciągu roku dzieci urodziły matki w wieku 20 - 24 lat, a następnie tę liczbę dzielimy przez liczebność wszystkich 20 - 24 letnich kobiet w populacji. Takie cząstkowe współczynniki dla szczególnych celów analitycznych można obliczać również z uwzględnieniem np. stanu cywilnego kobiet — będziemy wówczas mieli do czynienia ze współczynnikami płodności małżeńskiej i pozamałżeńskiej. Rozkład cząstkowych współczynników płodności według wieku ma na ogół wypukły kształt paraboli — płodność bardzo młodych kobiet jest na ogół bardzo niska — rośnie ona do 25 - 30 lat, po czym zaczyna się zmniejszać, praktycznie równając się zeru po 49 roku życia. Kształt krzywej płodności zależy od ontogenetycznych zmian zdolności rozrodczej z wiekiem kobiet oraz kontroli urodzeń typu maltuzjańskiego, w której silnemu ograniczeniu podlega płodność kobiet określonego wieku. Zwykle ograniczenie takie dotyczy kobiet starszych, bowiem w ich rodzinach istnieje już



Ryc. 3.1.4. Krzywe cząstkowych współczynników płodności według wieku w populacjach niemaltuzjańskich (*1 - 8*) i w populacji maltuzjańskiej (*9*)

założona jako prawidłowa liczba dzieci, które urodziły się w pierwszych latach trwania małżeństwa. Kilka krzywych płodności przedstawionych jest na ryc. 3.1.4. Niemaltuzjańska kontrola płodności nie ma zwykle wpływu na kształt krzywej — kobiety rodzą dzieci przez cały okres życia, w którym są zdolne biologicznie do rozrodu, ze względu na regulowanie długości odstępów między porodami, kontroli podlega jedynie wysokość przebiegu krzywej — ogólne natężenie urodzeń.

Pomiar płodności ze względu na zasadnicze znaczenie kobiet w rozrodzie człowieka prowadzony jest zwykle z pominięciem mężczyzn istnieją tu bowiem zrozumiałe trudności natury technicznej, jakkolwiek formalnie obserwacja płodności mężczyzn jest możliwa. Jednakżo dla celów biologii populacyjnej uwzględnianio obojga rodziców przy rozpatrywaniu reprodukcji jest konieczne. Najprostszym sposobem jest w takim wypadku obliczanie tzw. współczynników reprodukcji, tj. obserwacja ile córek jest wydawanych na świat przez matki, a ilu synów spłodzili mężczyźni. Z punktu widzenia genetyki populacyjnej nie jest to całkowicie ścisłe, ponieważ niezależnie od płci każde dziecko otrzymuje części informacji genetycznej od obojga rodziców, podobnie w przekazie dziecku informacji kulturowej uczestniczą oboje rodzice.

Współczynniki reprodukcji odpowiadają najogólniej na pytanie ilu osobników następnego pokolenia „wyprodukują" osobnicy pokolenia obecnie żyjącego. W demografii pomiar taki, ze względu na wspomniane trudności natury „technicznej" prowadzi się w ten sposób, że oblicza się cząstkowe współczynniki reprodukcji żeńskiej części populacji, a więc postępuje podobnie jak przy obliczaniu współczynników płodności, uwzględnia się jedynie urodzenia dzieci płci żeńskiej.

Współczynnik reprodukcji zatem kobiet w wieku x (b_x) jest stosunkiem liczby córek urodzonych z kobiet w wieku x do wszystkich kobiet w tym wieku. Ogólną syntetyczną miarę reprodukcji stanowi tzw. współczynnik reprodukcji brutto (R) będący sumą współczynników cząstkowych dla poszczególnych lat wieku kobiet. Jest to więc liczba mówiąca ile przeciętnie córek rodzi w ciągu życia kobieta dożywająca menopauzy.

Ze względu na potrzebę uwzględniania reprodukcji również męskiej części populacji w biologii populacyjnej człowieka lepiej stosować nieco inną definicję współczynników reprodukcji — zarówno cząstkowych według wieku, jak i współczynnika brutto.

Cząstkowy współczynnik reprodukcji według tej zmienionej definicji to liczba urodzeń z rodziców w wieku x lat przypadająca na jednego rodzica, a współczynnik brutto to liczba dzieci urodzonych w przeciętnej rodzinie przypadająca na jednego dorosłego. Często stosowaną zbiorczą miarą płodności jest tzw. całkowity współczynnik płodności (TFR) określający ile przeciętnie dzieci urodziłaby kobieta z danej populacji, gdyby wszystkie kobiety dożywały menopauzy. Jest to po prostu suma rocznych cząstkowych współczynników płodności. TFR odpowiada także podwojonej wartości współczynnika reprodukcji brutto obliczanego w ostatnio omówiony sposób.

Zauważmy, że miary zbiorcze typu R lub TFR informują jedynie o natężeniu płodności nie mówiąc nic o jej strukturze według wieku. Natomiast kształt krzywej cząstkowych współczynników płodności czy reprodukcji według wieku dostarcza takiej informacji. W niektórych sytuacjach, szczególnie w odniesieniu do grup o rozrodzie niemaltuzjańskim takie rozróżnienie między strukturą płodności a jej natężeniem okazuje się pomocne dla celów analitycznych. Okazuje się bowiem, że dla większości populacji nie stosujących nowoczesnej formy kontroli urodzeń różnice między cząstkowymi współczynnikami wynikają jedynie z niejednakowego ogólnego natężenia urodzeń, kształt natomiast krzywych płodności pozostaje taki sam. Jest to wynikiem faktu regulowania jedynie odstępów intergenetycznych, a nie „sztucznego" skracania okresu, w którym kobiety faktycznie rodzą dzieci. W takiej sytuacji kształt krzywych płodności odzwierciedla praktycznie jedynie zmiany zdolności do rozrodu z wiekiem, a te przebiegają podobnie we wszystkich grupach ludzkich. Fakt ten ma duże znaczenie dla rekonstrukcji procesów reprodukcji w tych populacjach, dla których brak odpowiednich danych do bezpośredniego pomiaru płodności (np. w grupach prehistorycznych). Z góry bowiem zakładając niemaltuzjański charakter rozrodu w tych populacjach, znamy kształt krzywej cząstkowych współczynników płodności. Należy jedynie rekonstruować współczynniki reprodukcji brutto lub ogólne współczynniki płodności.

Dla analizy zjawisk reprodukcyjnych pod kątem ich wpływu na działanie doboru naturalnego w populacjach ludzkich pomocne okazuje się nieco inne podejście do opisu rozrodu. Warto mianowicie obserwować prawdopodobieństwa powiększenia się rodzin osób będących w różnym wieku. Prawdopodobieństwa te informują o tym jaką „stratę rozrodczą" poniesie populacja jeżeli osobnik liczący x lat zostanie wyeliminowany z dalszego uczestniczenia w rozrodzie. Omawiane prawdopodobieństwa, zwane też „współczynnikami straty rozrodczej" (s_x) według wieku oblicza się według następującego postępowania. Kumulujemy „od dołu", czyli od najmłodszej kategorii wieku cząstkowe współczynniki płodności lub reprodukcji podając ich wartości skumulowane dla każdej kolejnej klasy wieku x. Te skumulowane wartości pomnożone przez liczby lat w kategoriach wieku (długości klas) informują ile dzieci urodziło się już w ciągu życia osobnika mającego x lat. Dla najwyższej klasy wieku tak skumulowane wartości będą odpowiadały ogólnym współczynnikom płodności lub współczynnikom reprodukcji brutto, w zależności od tego jakich cząstkowych współczynników użyliśmy do obliczeń. Posługując się prostym przy-

kładem, przyjmijmy następujące współczynniki płodności:

wiek	15 - 19	20 - 29	30 - 39	40 - 49	lat
f_x	0,05	0,35	0,25	0,08	

Oznaczają one, że osobnik np. w wieku 20 - 29 lat ma co roku szansę wydać na świat „przeciętnie" 0,35 potomka.

Kumulując podane współczynniki i uwzględniając powyższą uwagę (a więc mnożąc wartości współczynników przez liczbę lat w danej klasie wieku) stwierdzamy, że osobnik w wieku 20 lat ma przeciętnie 0,25 potomka, w wieku 30 lat doczekał się 3,75 dziecka, mając lat 40 przeciętnie spowodował 6,25 urodzenia, a *TFR* w badanej grupie wynosi 7,05 dziecka. Łatwo zauważyć, że osobnik np. 30 letni „ma za sobą" mniej więcej połowę udziału w reprodukcji, osoba 40-letnia zrealizowała w niemal 90% swe zadanie rozrodcze. Tak więc zgon osobnika 30 letniego stanowi dużą stratę rozrodczą, gdyż mógłby on dać z siebie jeszcze raz tyle potomstwa ile powołał do życia przed swym zgonem, natomiast śmierć osoby po czterdziestce niewiele „szkodzi" przebiegowi rozrodu w populacji. Oznaczając skumulowaną liczbę urodzeń do wieku x lat przez U_x, a całkowitą liczbę urodzeń U_e współczynnik straty rozrodczej możemy oznaczać ze wzoru:

$$s_x = 1 - \frac{U_x}{U_e}.$$

Jak widać współczynnik ten jest liczbą względną, niezależną od natężenia urodzeń w danej populacji, a jedynie zależy od ich rozkładu w ciągu życia osób dorosłych. Zatem szereg współczynników s_x opisuje nam kształt krzywej płodności, abstrahując od zróżnicowanego ogólnego natężenia urodzeń. Krzywe wartości s_x informują zatem jedynie o wartości reprodukcyjnej osobników będących w różnym wieku. Łatwo się domyśleć, że krzywe takie dla populacji niemaltuzjańskich będą bardzo podobne do siebie — wynikają one przecież z kształtu krzywych płodności — biologicznych zmian zdolności do rozrodu z wiekiem. Omawiając dalej sposób pomiaru działania doboru naturalnego w populacjach ludzkich zobaczymy w jaki sposób współczynniki straty rozrodczej znajdują zastosowanie do tego pomiaru.

Drugi, w odczuciu niezbyt przyjemny ale konieczny, element ruchu naturalnego stanowią zgony, „wypadanie" osobników z populacji. W trakcie omawiania zjawiska płodności mówiliśmy już o zgonach nowo powstałych organizmów ludzkich towarzyszących poronieniom samoistnym. Ze względów formalno-technicznych umieralność wewnątrzmaciczną opisuje się na ogół w obrębie analizy płodności. Osobną kategorię o niejasnej formalnej przynależności do badania płodności czy umieralności stanowią martwe urodzenia. Granica między martwym urodzeniem a poronieniem nieżywego płodu z jednej oraz zgonem noworodka tuż po przyjściu na świat z drugiej strony jest arbitralna. Obecnie demografowie uważają, że nastąpiło martwe urodzenie, gdy płód został wydalony z organizmu matki bez oznak życia (ruchy mięśni, oddychanie), a jednocześnie ważył nie mniej niż 1001 g. Częstość martwych urodzeń waha się w granicach 1 - 4%. Zgon może, jak wynika już chociażby z tego co powiedzieliśmy o martwym urodzeniu, nastąpić w każdym momencie

życia osobnika, nawet w krótką chwilę po jego urodzeniu. Nie chcemy tu zagłębiać się w dyskusję pojęcia śmierci, które przy obecnym stanie medycyny jest coraz mniej ostre. Za zgon będziemy uważać nieodwracalne ustanie funkcjonowania organizmu.

Analiza zgonów, w swej najprostszej formie wykonywana jest przez obliczenie surowych współczynników zgonów. Surowy współczynnik zgonów, tak samo jak inne podobne współczynniki, oblicza się dzieląc liczbę zgonów jakie nastąpiły w pewnym okresie (zwykle jeden rok) w badanej populacji przez jej liczebność.

Pogłębiona analiza zgonów, a właściwie zjawiska wymieralności, opiera się na obliczaniu różnego rodzaju współczynników cząstkowych. W zależności od celu analizy współczynniki takie mogą być obserwowane względem przyczyn zgonów, grup płci, grup zawodowych, podziału społecznego, miejsca zamieszkania, wieku. Ponieważ interesuje nas tu głównie przebieg procesu odnowy populacji — reprodukcja, szerzej zajmiemy się metodami analizy wymieralności według wieku. Analiza taka opiera się na obserwacji cząstkowych współczynników zgonów według wieku i wyprowadzanych z nich miar. Ze względu na ciągły charakter procesu wymierania mający swą strukturę według wieku i określający wraz z płodnością strukturę wieku populacji żyjącej, a nie tylko jej dynamikę przyrostu lub ubytku liczebnego, najbardziej informatywnym sposobem analizy wymieralności wydaje się być konstruowanie tzw. tablic wymieralności, zwanych także tablicami trwania życia, zawierających szereg parametrów zwanych parametrami funkcji biometrycznych.

Budowa tablic wymieralności wymaga poczynienia względem populacji, dla której będą one konstruowane, pewnych założeń idealizacyjnych i zastosowania modeli. Otóż przyjmuje się tu, niezwykle pomocny przy całościowej analizie procesu reprodukcji, model populacji ustabilizowanej i to w jego szczególnej wersji jaką jest populacja zastojowa.

> Populacją ustabilizowaną nazywamy taką populację, na której strukturę płci i wieku nie wpływa ruch wędrówkowy, a równocześnie, w której niezmienna w czasie pozostaje struktura płodności i struktura wymieralności (a więc np. cząstkowe współczynniki płodności i wymieralności pozostają z roku na rok czy z pokolenia na pokolenie, takie same).

Oczywiście przy stałej wymieralności i płodności zmianie nie ulega natężenie przyrostu naturalnego oraz struktura płci i wieku populacji.

> Populacja zastojowa to taki szczególny rodzaj populacji ustabilizowanej, w której płodność i wymieralność dokładnie się równają, dając w wyniku zerowy przyrost naturalny.

Populacja taka znajduje się więc w stanie „zastoju" demograficznego mimo ustawicznie trwającego w niej procesu odnowy, nie zmieniają się w czasie jej charakterystyki demograficzne: wielkość, struktura płci i wieku, płodność i wymieralność.

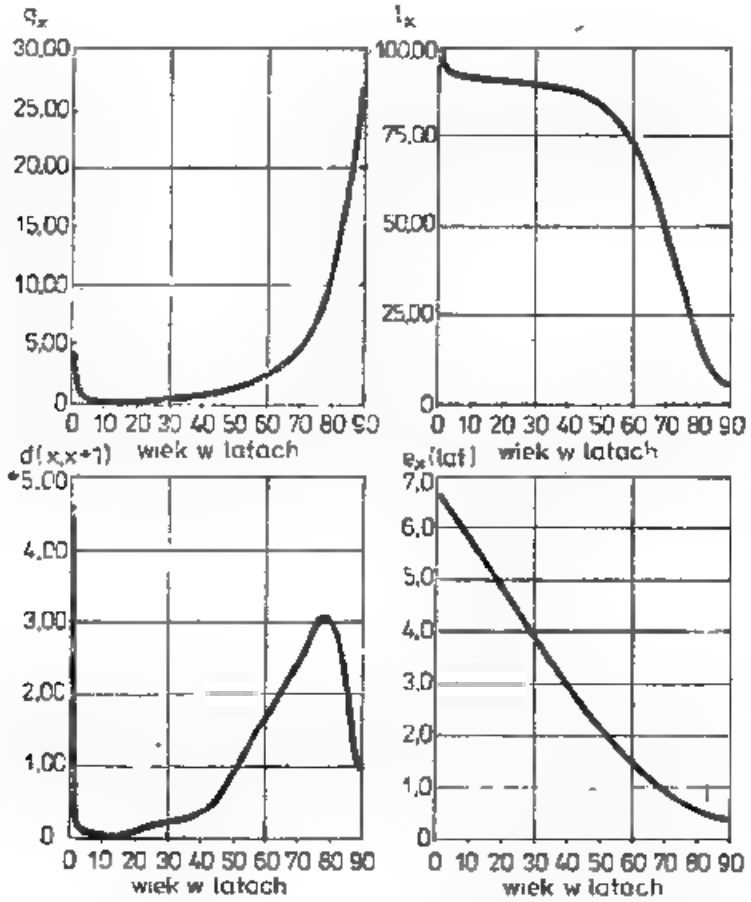
Otóż tablice wymieralności konstruowane są na podstawie danych o rzeczywistych populacjach, które oczywiście nigdy nie odpowiadają modelowi zastojowemu, ale w taki sposób, że parametry w nich zawarte „opisują" stan zastojowy. Inaczej

mówiąc w tablicach trwania życia znajdujemy odpowiedź na pytanie, jak wyglądałoby trwanie życia ludzkiego i w jaki sposób oddziaływałaby na nie wymieralność gdyby badana populacja osiągnęła stan zastojowości Jakkolwiek z pozoru, taki sposób ujęcia zagadnienia wydaje się być niepotrzebnym komplikowaniem sprawy, to jednak biorąc pod uwagę iż życie ludzkie może trwać nawet 100 lat, łatwo zrozumieć, że wykonywanie analiz „chwilowych" opartych na zmieniającej się z roku na rok sytuacji demograficznej nie mogłoby dać pełnego obrazu trwania życia. Powstające w ciągu krótkich okresów na skutek migracji czy kataklizmów, lub wahnięć rodności „wyrwy" i „poszerzenia" w piramidach wieku zakłócają określenie np. średniego wieku, którego dożyć spodziewać się mogą przeciętnie urodzeni w danej populacji.

Istnieje kilka sposobów konstrukcji tablic wymieralności. Wszystkie one oparte są jednak na założeniu zastojowości i prowadzą do podania parametrów tych samych funkcji. Trzy zasadnicze metody to: metoda Halleya, metoda konstrukcji bieżących tablic wymieralności i metoda kohortowa. W najstarszej z nich zastosowanej przez znanego astronoma angielskiego z przełomu XVII i XVIII wieku, Edmunda Halleya, do ilościowego opisu zjawiska umierania ludności Wrocławia, a stosowanej również przez żyjących mniej więcej w tym samym okresie innych uczonych angielskich Graunta i Pettyego, zakłada się, że zmarli, których obserwujemy pochodzą z populacji zastojowej, a zatem ich struktura według wieku (rozkład częstości zgonów według wieku umierających) dobrze reprezentuje natężenie wymieralności z wiekiem. Jest to oczywiście duże uproszczenie, metoda ta daje więc w większości sytuacji wyniki przybliżone, niemniej czasem jest jedyną możliwą do zastosowania. Dzieje się tak wówczas, gdy jedyną informacją jaką dysponujemy o populacji jest liczba zmarłych o znanym wieku. Z sytuacją taką spotykamy się przy badaniu wymarłych grup ludzkich, dla których jedynymi dowodami istnienia są zabytki kultury materialnej i szczątki szkieletowe. W odniesieniu do badań dynamiki populacji ludzkich w wielkim odcinku ich przeszłości, metoda Halleya jest jedyną możliwą do zastosowania.

Druga z wymienionych metod — metoda konstrukcji bieżących tablic wymieralności jest najpowszechniej stosowaną w demografii współczesnej. Opiera się ona na obserwacji cząstkowych współczynników zgonów według wieku, wyznaczających osobnikom mającym określoną liczbę lat prawdopodobieństwo zgonu w ciągu standardowego odcinka czasu (np. miesiąca czy roku). Znając strukturę wieku populacji i prawdopodobieństwa zgonów według wieku, za pomocą prostego mnożenia można obliczyć liczbę osób zmarłych w ciągu danego czasu według wieku, a więc dojść do informacji, na której opierała się metoda Halleya. Jednakże opisywana obecnie metoda ma tę przewagę, że obserwuje się w niej natężenie zgonów w poszczególnych grupach wieku, abstrahując od ich liczebności, która może być zaburzana w sposób odchylający ją znacznie od ideału populacji zastojowej W ten sposób „omija się" jeden z czynników zaburzających otrzymywane wyniki w porównaniu z modelem populacji zastojowej. Obliczanie cząstkowych współczynników, w których liczby zmarłych według wieku dzieli się przez liczby żyjących w odpowiednich gru-

pach wieku „standaryzuje" informację o zgonach w ten sposób, że liczby żyjących w poszczególnych klasach wieku (struktura wieku) nie mają na nią wpływu. Usuwa się więc zaburzenia w strukturze zmarłych według wieku, powstające na skutek



Ryc. 3.1.5. Wykresy funkcji tablic wymieralności

nierówności piramidy ludności wywołanych określonymi wahnięciami natężenia różnych zjawisk demograficznych.

„Najelegantsza" w swej formie i założeniach wydaje się być metoda kohortowa. Na jej też przykładzie omówimy szczegóły obliczania funkcji biometrycznych tablic trwania życia.

> Kohortą będziemy tu nazywać grupę osób, w stosunku do której pewne zdarzenie demograficzne (np. urodzenie, zawarcie małżeństwa itp.) nastąpiło w tym samym momencie.

Możemy więc mówić o kohorcie urodzonych w ciągu pewnego roku. Osobnicy urodzeni od chwili przyjścia na świat są narażeni na zgon. Prawdopodobieństwo zgonu osobnika zależne jest od skomplikowanego układu licznych czynników, do których zaliczyć należy: stan jego organizmu, warunki otoczenia, stosunek do innych osobników itp. Prawdopodobieństwa te zmieniają się w zależności od wieku, populacji, środowiska.

Weźmy pod obserwację kohortę urodzonych w danym roku 0 liczącą 100 osób. Ze względu na istnienie określonego prawdopodobieństwa zgonu w ciągu pierwszego

roku życia (q_0) część z nich nie dożyje pierwszej rocznicy swych urodzin; część ta równa się

$$100 \cdot q_0 = D_0.$$

Zwykle nie podaje się bezwzględnych liczb zmarłych, gdyż te nie nadają się do międzypopulacyjnych porównań dynamiki procesu reprodukcji, ale wyraża się je frakcją ogólnej liczby zmarłych, bądź urodzonych, co przy założeniu zastojowości na jedno wychodzi, ponieważ przy zerowym przyroście naturalnym liczba urodzonych równa się liczbie zmarłych. W przypadku analizy kohortowej podając frakcję zmarłych w wieku x dzielimy liczbę zmarłych przez liczebność kohorty urodzonych, gdyż wszyscy urodzeni osobnicy, jak dotąd, muszą w końcu umrzeć, a śledzenie trwania życia ludzkiego na podstawie badania kohorty urodzonych musimy doprowadzić do końca, czyli do chwili zgonu ostatniego członka kohorty. Frakcję zmarłych w określonej grupie wieku oznaczamy d_x, w naszym przypadku więc

$$d_x = \frac{D_x}{\sum_{x=0}^{\omega} D_x},$$

gdzie D_x — liczba zmarłych w danej klasie wieku x,

ω wiek najstarszego z kohorty osobnika w chwili jego zgonu.

Do następnego, drugiego roku życia z naszej kohorty urodzonych dożyją oczywiście ci osobnicy, którzy nie zostali włączeni do liczby D_0. Frakcję dożywających oznaczamy l_x i obliczamy dla konkretnego wieku i lat

$$l_i = \frac{\sum_{x=0}^{\omega} D_x - \sum_{x=0}^{x=i-1} D_x}{\sum_{x=0}^{\omega} D_x}$$

lub prościej, z frakcji zmarłych

$$l_i = \sum_{x=i}^{\omega} d_x.$$

W tym drugim przypadku po prostu sumujemy frakcje, bądź liczebności osobników zmarłych po uzyskaniu wieku i. Należy pamiętać, że wartości D_x i d_x odnoszą się do liczb zmarłych w całym przedziale wieku x, natomiast wartość l_x informuje o frakcji dożywających dolnej granicy x tej klasy wieku, a więc dnia urodzin rozpoczynających daną klasę wieku. I tak, na przykład, d_{10-14} oznacza frakcję osobników, którzy zmarli ukończywszy co najmniej 10 lat, a nie mając jeszcze ukończonych lat 15, gdy l_{10} informuje o tej frakcji wszystkich urodzonych, którzy dożyli dokładnie dziesiątej rocznicy swych urodzin. Niektórzy z nich będą oczywiście po tym dniu żyli dalej, ale w wartość tę włączeni zostali również ci, którzy umrą natychmiast po ukończeniu dziesiątego roku życia.

Przypomnijmy, że omówione dotychczas wartości zależą od układu prawdopodobieństw zgonów według wieku. Łatwo zauważyć, że wartości tych prawdo-

podobieństw można odtworzyć znając wielkości l_x i d_x. Prawdopodobieństwo bowiem, że zgon osobnika nastąpi w określonej klasie wieku (q_x) równe jest stosunkowi frakcji (lub liczby) zmarłych w tej klasie wieku do frakcji (lub liczby) tych, którzy dożyli jej początku

$$q_x=\frac{d_x}{l_x}.$$

Wartości l_x informują jednocześnie jakie jest prawdopodobieństwo, że osobnik urodzony dożyje określonego wieku, bowiem stanowią one, przez analogię ze wzorem na obliczenie q_x, stosunek frakcji (liczby) zmarłych po osiągnięciu wieku x, do liczby urodzonych, którą formalnie można traktować jak frakcję (liczbę) dożywających wieku 0 lat (l_0):

$$l_i=\frac{\sum_{x=1}^{\omega} d_x}{l_0},$$

przy tym $l_0=1$, bo wszyscy urodzeni (z definicji) dożywają momentu urodzenia.

Dalsze funkcje biometryczne tablicy wymieralności służą głównie do określenia wartości przeciętnego dalszego trwania życia osobników, którzy mają x lat, jednakże posiadają też swoją własną wartość informacyjną. Aby określić liczbę lat, która przeciętnie pozostaje do przeżycia osobnikowi, który dożył swoich x-tych urodzin musimy najpierw określić liczbę lat jakie pozostają do przeżycia całej grupie osób w wieku x, a w tym celu dowiedzieć się ile lat łącznie przeżyją osobnicy w każdej z klas wieku. Liczba lat jakie przeżyją osobnicy w wieku x (L_x) zależy od ich liczebności oraz od tego ile lat obejmuje dana klasa wieku. W przypadku jednorocznych klas wieku zagadnienie jest uproszczone, wystarczy bowiem określić liczbę osobników, którzy żyją w danej klasie wieku. Łatwiej oczywiście posługiwać się tu zamiast liczbami bezwzględnymi — wartościami względnymi — frakcjami. Zauważmy, że liczba osobników żyjących w danej klasie wieku nie jest równa liczbie osób dożywających początku danej klasy (l_x), nie jest ona też równa liczbie osób, które całą tę klasę przeżyły (l_{x+1}). Mieści się ona między tymi wartościami. Spośród bowiem osób dożywających x-tych urodzin część umrze natychmiast, część żyć będzie przez pewien czas, umrze jednak przed urodzinami wyznaczającymi początek następnej klasy wieku (część ta równa jest d_x), część w końcu dożyje co najmniej tych urodzin (l_{x+1}). Z pewnym, zwykle niewielkim odchyleniem od rzeczywistości, możemy przyjąć, że umierający między x-tymi a $x+1$-ymi urodzinami przeżyją przeciętnie połowę czasu trwania danej klasy wieku. Oznaczając czas trwania klasy wieku (jej długość) przez h_x, wartość L_x możemy więc wyznaczyć trzema sposobami

$$L_x=\frac{l_x+l_{x+1}}{2}h_x; \qquad L_x=\left(l_x-\frac{d_x}{2}\right)h_x; \qquad L_x=\left(l_{x+1}+\frac{d_x}{2}\right)h_x.$$

Zauważmy, że wartości L_x jednocześnie opisują strukturę populacji żyjącej według wieku, przy danych warunkach wymieralności i oczywiście w sytuacji zastojowej.

Liczbę lat jakie pozostają do przeżycia wszystkim osobnikom w wieku x (T_x) łatwo już otrzymać z wartości L_x przez ich skumulowanie od najstarszej klasy wieku „w dół" do klasy i

$$T_i = \sum_{\omega}^{x=i} L_x.$$

Obliczając najbardziej „syntetyczną" funkcję tablic wymieralności jaką jest dalsze oczekiwane trwanie życia (e_x) osobników w wieku dokładnie x lat (w dniu ich x-tych urodzin) postępujemy w ten sposób, że łączną liczbę lat pozostających do przeżycia wszystkim osobom w wieku x (T_x) dzielimy przez liczbę osobników (lub frakcję) dożywających x-tych urodzin (l_x)

$$e_x = \frac{T_x}{l_x}.$$

Ponieważ wszystkie funkcje tablic trwania życia powiązane są wzajemnie zależnościami algebraicznymi, w zasadzie, znając wartości jednej z nich można obliczać wartości dowolnych pozostałych zmiennych. O porządku wymierania decyduje układ wewnętrznych i zewnętrznych uwarunkowań zgonów opisywalny rozkładem prawdopodobieństw zgonów według wieku. Celem szybkiego zorientowania się w określonym zjawisku, lepiej jest zamiast analizy całego rozkładu brać pod uwagę mierniki syntetyzujące informację o rozkładzie miary położenia i rozproszenia. Wartości przeciętnego dalszego trwania życia stanowią takie właśnie miary syntetyzujące rozkład prawdopodobieństw zgonów od wieku, dla którego są obliczone wzwyż do następnej klasy wieku. Wynika stąd, że wartość oczekiwanego dalszego trwania życia noworodka e_0 jest miarą położenia rozkładu wszystkich prawdopodobieństw zgonów, tę też wartość można przyjmować jako pojedynczą liczbę zawierającą największy „ładunek informacji" o wymieralności w badanej populacji. W sytuacji zastojowej istnieje prosta zależność funkcyjna między e_0 a surowym współczynnikiem wymieralności

$$m = \frac{1}{e_0}.$$

Zależność ta wynika z następującej prawidłowości. Wartość oczekiwanego dalszego trwania życia noworodka wyznacza przeciętny czas po jakim musi wystąpić pełna „wymiana" osobników w populacji, natomiast wartość m informuje o stosunku liczby umierających w ciągu roku do ogólnej wielkości populacji. Jeżeli wielkość kohorty jest równa 1 (co jest teoretycznie poprawne), a czas, w którym przeciętnie wymrą i zostaną zastąpieni przez nowych osobników osobnicy z tej kohorty wynosi e_0 lat, wówczas w ciągu roku wymierać będzie $1/e_0$ członków kohorty.

Dokonawszy badania rozrodu i wymieralności można przystąpić do ogólnego opisu procesu odnowy, posługując się odpowiednimi miarami reprodukcji. Najprościej jest analizować surowy przyrost naturalny. Miarą przyrostu naturalnego

w danym okresie jest po prostu różnica między liczbą urodzeń i zgonów. Niekoniecznie przyrost naturalny musi być rzeczywiście „przyrastaniem" liczebnym. Jeżeli wynik odejmowania liczb urodzeń i zgonów jest ujemny mówi się czasem, że mamy do czynienia z ubytkiem naturalnym ludności. Jednakże traktując przyrost naturalny jako parametr dynamiki populacji, a nie biorąc dosłownie tego

Tabela 3.1.3. Tablica wymieralności dla współczesnej grupy ludności o systemie technologiczno-organizacyjnym typu europejskiego

Wiek	d_x	l_x	q_x	L_x	T_x	e_x^0
0	0,0294	1,0000	0,029	9,853	68,028	68,03
10	0,0084	0,9706	0,009	9,664	58,175	59,94
20	0,0149	0,9622	0,015	9,547	48,512	50,42
30	0,0187	0,9473	0,020	9,379	38,964	41,13
40	0,0439	0,9286	0,047	9,067	29,585	31,86
50	0,1102	0,8847	0,125	8,297	20,519	23,19
60	0,2251	0,7746	0,291	6,620	12,222	15,78
70	0,3028	0,5494	0,551	3,981	5,602	10,20
80	0,2087	0,2467	0,846	1,424	1,621	6,57
90	0,0372	0,0380	0,979	0,194	0,198	5,21
100	0,0008	0,0008	1,000	0,004	0 004	5,00
110	0,0000	0,0000	1,000	0,000	0,000	

terminu, wygodniej jest w odpowiednich formułach używać jednego tylko parametru — przyrostu, który może być każdą liczbą rzeczywistą.

Dla celów analitycznych, zamiast liczb bezwzględnych, lepiej jest używać współczynników. Współczynnik przyrostu naturalnego (r) podobnie jak znane współczynniki urodzeń i zgonów jest stosunkiem omówionej poprzednio różnicy i wielkości populacji. Formalnie współczynnik ten można obliczyć dwoma sposobami:

$$r = \frac{U}{P} - \frac{Z}{P} = W_{ur} - W_{zg},$$

a więc albo dzieląc różnicę liczb urodzeń i zgonów przez wielkość populacji, albo odejmując od siebie współczynniki urodzeń i zgonów. Obliczany w opisany sposób współczynnik przyrostu naturalnego jest miarą okresową, niezbyt precyzyjną dla długotrwałego opisu reprodukcji populacji. Jego wartości zależne będą od chwilowych wahnięć zjawisk demograficznych. Pewne wyniki oparte na pogłębionej analizie procesu odnowy można osiągnąć analizując strukturę wymieralności i płodności. Badanie oparte na takiej analizie wymaga jednak poczynienia założeń dotyczących długotrwałych trendów płodności i wymieralności, obejmujących czas życia kilku pokoleń. Najczęściej, ze względu na swoją prostotę, założenie takie jest czynione w formie ustalenia, że badana populacja znajduje się w stanie ustabilizowanym. W populacji ustabilizowanej zachodzi następująca relacja między miernikami opisującymi proces odnowy populacji i jej strukturę wieku:

$$R_0 = e^{rT} = \sum_{x=0}^{\infty} l_x b_x, \qquad c_x = b l_x e^{-rx},$$

gdzie R_0 — współczynnik reprodukcji netto,
c_x — frakcja osób, w wieku x w populacji (miernik struktury populacji),
T — czas trwania pokolenia, czyli przeciętny wiek rodziców w chwili rodzenia się ich dzieci.

Współczynnik reprodukcji netto jest syntetyczną miarą ruchu naturalnego określającą zastępowalność pokoleń. Informuje on o tym ilu potomków „zastąpi" rodzica, a więc jaka liczba osobników pokolenia następnego zostanie „wyprodukowana" przez przeciętnego członka pokolenia rodzicielskiego i z kolei uczestniczyć będzie w tworzeniu następnego pokolenia.

Miara ta nie odnosi się do liczby wydawanego na świat potomstwa, ale mówi o tych potomkach, którzy zostaną urodzeni i dożyją wieku swoich rodziców. Współczynnik reprodukcji netto jest miarą pokoleniową, odnosi się więc do czasu wyrażanego w jednostkach biologicznych, a nie astronomicznych. Uwzględniając czas życia jednego pokolenia, który może być zmienny w zależności od właściwości biokulturowych populacji (zmiany kształtu krzywej płodności) można R_0 przeliczyć na miernik odnowy odnoszący się do astronomicznej skali czasu — współczynnik przyrostu naturalnego. Taki obliczony dla populacji ustabilizowanej współczynnik przyrostu naturalnego, związany funkcyjnie z R_0 i czasem trwania pokolenia, nazywa się „wewnętrznym współczynnikiem przyrostu naturalnego".

Angielski matematyk i genetyk populacyjny Ronald A. Fisher zaproponował, by ten właśnie współczynnik, wyrażający w sposób najogólniejszy dynamikę przyrostu liczebnego grupy, przyjąć za miernik stopnia przystosowania populacji do całokształtu warunków środowiska w jakim ona bytuje. Im lepsze bowiem przystosowanie, tym większa wewnętrzna zdolność populacji do przyrostu liczebnego. Tak mierzone przystosowanie odpowiada darwinowskiemu pojęciu dostosowania lub stosowności (fitness — nie znaleziono dotychczas bezspornego odpowiednika znaczeniowego tego angielskiego terminu). Według Fishera zatem współczynnik przyrostu naturalnego jest miernikiem przeciętnej fitness populacji. Dzieląc populację na podjednostki na podstawie różnic ich wyposażenia informacyjnego i obserwując fitness tych podjednostek można wyróżnić grupy o zróżnicowanej stosowności — od najstosowniejszych do najmniej stosownych. Różnice stosowności wyrażające się nierównomiernym tempem przyrostu liczebnego grup osobników o różnym wyposażeniu informacyjnym prowadzą do tego, że po upływie określonego czasu najliczniejsi w populacji będą osobnicy najbardziej stosowni, względna liczebność zaś pozostałych osobników będzie się zmniejszać proporcjonalnie do wielkości różnicy pomiędzy ich fitness a fitness najbardziej stosownych.

Opisany mechanizm jest odpowiedzialny za zjawisko doboru naturalnego, jego działanie, w szczególności jeśli chodzi o grupy ludzkie, odnosi się do całości wyposażenia informacyjnego przekazywanego z jednych osobników na drugie, a nie tylko do informacji zawartej w genach.

Stan biologiczny populacji

Nim przejdziemy do omówienia niektórych zagadnień genetyki populacyjnej człowieka, zatrzymajmy się jeszcze na chwilę przy rozważeniu sposobu mierzenia fitness grup ludzkich. Ustalenia Fishera są niewątpliwie słuszne jeśli chodzi o liczebne efekty przystosowania. Jednakże, ze względu na nabycie przez człowieka unikalnej w świecie ożywionym zdolności do świadomej regulacji urodzeń, absolutny przyrost naturalny nie wydaje się być dobrą miarą stopnia przystosowania grup ludzkich. Lepiej odpowiadającą temu celowi miarą wydaje się być tzw. „wskaźnik stanu biologicznego" (I_{bs}). Mierzy on całkowitą sposobność do działania doboru naturalnego przez wymieralność. Wskaźnik ten uwzględnia nie tylko zgony osób niedojrzałych płciowo, które eliminowane są całkowicie od udziału w tworzeniu kolejnego pokolenia, ale również zróżnicowaną wymieralność osobników w trakcie reprodukcji, która powoduje zróżnicowanie liczby pozostawianego przez nich potomstwa. Uwzględnienie tej grupy osób pozwala wziąć pod uwagę również jeden z istotnych aspektów zróżnicowanej liczby urodzeń, a mianowicie różnice wynikające z wymierania rodziców w niejednakowym wieku. Oczywiste jest, że osobnicy umierający w wieku dwudziestu kilku lat pozostawiają po sobie przeciętnie mniej potomstwa niż ci, którzy zmarli w wieku trzydziestu kilku lat. Ogólniej można to wyrazić w następujący sposób: osobnikom w momencie rozpoczynania reprodukcji przypiszemy wartość prawdopodobieństwa nieposiadania już przez nich dzieci równą 1, tym którzy osiągnęli wiek, w którym reprodukować się już nie można wartość zero. Osobnikom umierającym w przedziale wieku pomiędzy tymi granicami można zatem przypisać malejące z upływem lat prawdopodobieństwa nieposiadania w chwili śmierci pełnej liczby potomstwa. Prawdopodobieństwo oznaczamy dla wieku x lat przez s_x; sposób obliczania tych współczynników podany był przy omawianiu płodności.

Wymieralność będącą składnikiem wskaźnika I_{bs} wyraża się frakcją osób zmarłych w wieku x lat ze wszystkich urodzonych d_x. Ogólną postać wskaźnika można opisać wzorem

$$I_{bs} = 1 - \sum_{x=0}^{\omega} d_x s_x.$$

Teoretycznie wartości tego wskaźnika mogą zawierać się w granicach 0 - 1. Zero oznacza całkowity brak przystosowania populacji, gdyż żaden ze stanowiących ją osobników nie może się zreprodukować, przy wartości wskaźnika równej 1 mamy stan „idealny", w którym każdy osobnik urodzony ma potencjalnie (gdyby nie było kontroli urodzeń) możność pełnego zreprodukowania się wydania na świat maksymalnej liczby potomstwa możliwej ze względu na właściwości jego organizmu. W rzeczywistości spotykamy wartości pośrednie; wyrażają one prawdopodobieństwo pełnego zreprodukowania się osobnika urodzonego w danej populacji. Jest to równoznaczne z prawdopodobieństwem przekazania przeciętnego genotypu. Im wyższa wartość wskaźnika, tym większe prawdopodobieństwo reprodukcji

genotypów występujących w tej populacji, a zatem mniejszy jest działający na tę populację nacisk selekcyjny, a to oznacza większy sukces reprodukcyjny — wyższą fitness. Wartość wskaźnika I_{bs} jest więc odwrotnie proporcjonalna do siły nacisków selekcyjnych, a wprost proporcjonalna do sukcesu reprodukcyjnego populacji, bądź przeciętnego osobnika z niej pochodzącego.

W związku z powyższymi uwagami warto wprowadzić pojęcie stanu biologicznego populacji, który jest wyrazem przystosowania ujmowanego jako całość biologicznych i kulturowych właściwości umożliwiających sukces reprodukcyjny populacji, choć, ze względu na możliwość kontroli urodzeń, niekoniecznie sukces ten musi być w rzeczywistości realizowany.

W odniesieniu do człowieka bowiem możemy mówić jedynie o szansie na zreprodukowanie się jako o dobrym mierniku sytuacji biologicznej Nie jest nim absolutna wielkość reprodukcji. Wynika to z unikalnej w świecie istot żywych zdolności człowieka do świadomej kontroli rozrodu. Kontrola ta jest w sposób skomplikowany zwrotnie sprzężona ze stanem ekologicznym grupy ludzkiej, stanowiąc jeden z istotnych jego regulatorów.

Pojęcie stanu ekologicznego populacji, jakkolwiek zbliżone, nie jest równoważne pojęciu stanu biologicznego. Stan ekologiczny opisywany jest przez wielkości populacji, ich struktury wieku i płci, systemy wyposażeń technologicznych i organizacji. Opisują go ponadto bezwzględne dane o ruchu naturalnym ludności (zgonach i urodzeniach), a także o kontaktach z innymi grupami wyrażającymi się w imigracji i emigracji, jak również w wymianie osiągnięć kulturowych.

Stan ekologiczny jest, obok puli genowej, jedną z głównych determinant stanu biologicznego wpływając przez zależności populacja–środowisko na wielkość i kierunki nacisków selekcyjnych, wymiany genów oraz stopnia wsobności (patrz dalej). Opis stanu biologicznego opiera się wyłącznie na danych o populacji, natomiast opis stanu ekologicznego za podstawę przyjmuje dane o środowisku biofizycznym, kulturowym i o populacji. Może zdarzyć się, że w wyraźnie różniących się sytuacjach ekologicznych będą istniały populacje o zbliżonych stanach biologicznych, jednak będzie to wynikiem innych mechanizmów w systemach sprzężeń zwrotnych populacja środowisko. Oczywiście powyższa sytuacja jest tylko jedną z możliwych, bowiem zróżnicowanie stanów ekologicznych jest determinantą różnicowania się stanów biologicznych, ale determinacja ta nie jest jednoznaczna. Można charakter tej zależności wyrazić w ten sposób, że stan biologiczny opisuje stopień przystosowania populacji, natomiast stan ekologiczny - drogi jakimi populacja osiąga owo przystosowanie. Określenie stanu biologicznego populacji przebywających w różnych systemach ekologiczno-kulturowych pozwala ocenić skuteczność przystosowawczą tych systemów, to znaczy tę ich własność, która reguluje wielkość nacisków selekcyjnych działających na populację.

Rozdział drugi

Genetyka populacyjna człowieka

Opis składu i struktury informacji genowej zawartej w populacji oraz jej przekształceń, dzięki jednolitej naturze nośników tej informacji, daje się stosunkowo łatwo ująć w odpowiednie formuły zależności ilościowych. Z tego też względu stanowi on dobry model dla opisu i wyjaśniania wszelkich przekształceń zawartości informacyjnej populacji. W dalszej części rozdziału zajmiemy się niektórymi zagadnieniami genetyki populacyjnej człowieka z podanego wyżej powodu oraz dlatego, że znajomość podstaw genetyki jest niezbędna przy wyjaśnianiu jakichkolwiek zjawisk z zakresu biologii człowieka.

Podstawowe pojęcia: gen, pula genów, struktura genowa i genotypowa

Omawianie informacji zawartej w systemie jaki stanowi populacja i zakodowanej na polinukleotydach oraz przemian w zestawach tej informacji rozpocząć należy od sprecyzowania podstawowych pojęć, którymi dalej wypadnie nam się posługiwać. Uściślenia wymaga więc przede wszystkim pojęcie genu. Pojęcie to powstało znacznie, bo ponad pół wieku, wcześniej niż odkryto materialne nośniki dziedziczności, opisano strukturę kwasów nukleinowych i wyjaśniono ich rolę w informacji biologicznej. Stąd też powstało wiele definicji genu, od ściśle informacyjnych aż do strukturalnych, opisujących gen w terminach biologii molekularnej. Dla naszych rozważań — jak się zdaje najprzydatniejsza będzie definicja podana przez Alberta Jacquarda, która brzmi następująco:

> Gen jest taką, przekazywaną z rodziców na potomstwo, jednostką materialną, która koduje występowanie cechy elementarnej.

Pod pojęciem cechy elementarnej rozumie się tu każdą cechę (właściwość) osobnika, której nie da się już rozdzielić na właściwości składowe. Taka definicja genu pozostawia pewną dowolność w stosowaniu jej do wyjaśniania sytuacji rzo-

czywistych, nie mniej zawiera wszystkie istotne dla zrozumienia pojęć genetyki populacyjnej elementy: mówi, że gen jest materialnym nośnikiem informacji, przekazywanym z rodziców na potomstwo w niezmiennej formie oraz, że koduje on występowanie określonej właściwości organizmu. Rzecz znamienna, że nie wspomina się w tej definicji o budowie molekularnej genu, mimo że została ona podana w 1974 roku przez wspomnianego autora, będącego znanym i cenionym genetykiem francuskim.

Definicje uwzględniające charakter nośników informacji mogą reprezentować dwa przykłady podane przez L. L. Cavalli-Sforzę i W. F Bodmera, autorów jednego z podstawowych podręczników genetyki populacyjnej człowieka *The Genetics of Human Populations*, 1971, które przytoczymy poniżej. Wskazują one na trudności pojawiające się przy próbach sparalelizowania pojęcia genu w stosunku do tego, co wiemy obecnie o naturze kodu dziedzicznego, a więc o kwasach nukleinowych, sekwencjach zasad i biosyntezie białek. Na pierwszych stronach swej książki autorzy ci piszą, że „w przybliżeniu genem można nazwać taki segment DNA, który koduje tworzenie się określonego białka lub łańcucha polipeptydowego", zastrzegając się jednak, że „... nie wszystkie segmenty DNA kodują powstawanie białek" Po przeprowadzeniu szeregu rozważań dotyczących struktury DNA i biosyntezy, na dalszych stronach Cavalli-Sforza i Bodmer konkludują: „Gen jest więc segmentem DNA rozpoznawalnym ze względu na jego specyficzną funkcję". W tym ujęciu pojęcie genu staje się bliskie pojęciu cistronu, które jednak jest nieco węższe i odnosi się tylko do tego segmentu DNA, który koduje powstawanie określonego łańcucha polipeptydowego. Autorzy przytoczonych definicji rozpoczynają wprawdzie od potraktowania genu jako pewnej struktury molekularnej, krótko potem jednak dochodzą do wniosku, że gen winien być rozpoznawany ze względu na swą funkcję ujęcie takie nie różni się w zasadzie od zacytowanej poprzednio definicji Jacquarda, w której genem nazywa się jakikolwiek nośnik materialny rozpoznawalny poprzez cechy jakie warunkuje (a więc poprzez swoją funkcję).

W niniejszym rozdziale oprzemy się na tej najogólniejszej definicji genu. Pozwoli nam to uniknąć ograniczeń narzuconych chemiczną naturą nośników i wnioski wyprowadzane na podstawie rozważań genetycznych będzie można łatwo przenieść na informację kodowaną na wszelkich nośnikach materialnych. Będzie to wymagało jednego tylko zastrzeżenia: nośniki te muszą spełniać warunki przewidziane dla klasy obiektów, do których należą polinukleotydy.

> Całość informacji genowej zawartej w systemie nazywamy pulą genów tego systemu, z kolei całość tejże informacji zawartej w osobniku — genotypem tego osobnika.

Ze względu na różnorodność informacji genowej w puli genów może ona różnie układać się w poszczególnych genotypach, przy czym mogą one również w części, a nawet w całości wykazywać identyczną zawartość informacyjną W celu ułatwienia klasyfikacji genotypów wprowadzić należy kolejne pojęcia genetyczne: lokus i allel. Pod pojęciem lokus należy rozumieć zespół wszystkich genów, które mogą wystąpić w określonym miejscu w chromosomie, warunkujących kształtowanie się jednej cechy elementarnej. Geny wchodzące w skład danego lokus i kodujące

różne warianty tej samej cechy nazywa się allelami. Tak np. do jednego lokus należą wszystkie geny kodujące grupy krwi układu *ABO*, niezależnie od tego czy będzie to grupa *A*, *B*, *AB*, czy *O* Im więcej alleli występuje w populacji na danym lokus, tym większa jest różnorodność genetyczna pod względem cechy określanej przez to lokus (polimorfizm).

Jeżeli nasze rozważania ograniczymy do organizmów diploidalnych jakimi są także ludzie, to pamiętając, że w genotypie każdego takiego osobnika wystąpić mogą jedynie dwa allele tego samego lokus (różne bądź identyczne), możemy przewidzieć ze znanej liczby alleli liczbę ich kombinacji w populacji. Przypomnijmy jeszcze, że osobnika, który posiada dwa identyczne allele na danym lokus nazywamy homozygotą pod względem tego lokus, natomiast osobnika, którego allele są odmienne -- heterozygotą. Genotypy osobników w populacji, z punktu widzenia wybranego lokus, można zatem podzielić na dwa rodzaje: homozygotyczne i heterozygotyczne. Jeżeli na rozpatrywanym lokus wstępuje w populacji n alleli, to liczba genotypów homozygotycznych wynosi również n, natomiast liczba genotypów heterozygotycznych wynosi $n(n-1)$ 2. Zatem ogólna liczba genotypów, które mogą wystąpić w populacji, gdy na danym lokus pojawia się n alleli wynosi $n(n+1)/2$.

Ukształtowanie cechy u osobnika czy też inaczej — realizację zawartej w genotypie informacji, nazywamy fenotypem. Gdyby wpływ obu alleli każdego lokus w genotypie na ostateczne ukształtowanie cechy był zawsze jednakowy, wówczas liczba fenotypów odpowiadałaby liczbie genotypów (kombinacji par alleli) w populacji. W rzeczywistości jednak allele tego samego lokus w każdym genotypie wykazują interakcje, które opisuje pojęcie dominacji — recesywizmu. Najogólniej biorąc, allelem dominującym z pary na danym lokus nazywamy ten, którego efekty ujawniają się w fenotypie, przesłaniając niejako działanie drugiego allelu — recesywnego. Dominacja i recesywizm to jednak pojęcia względne. Każdy z alleli względem drugiego z którym współwystępuje może wykazywać określony stopień dominacji (lub recesywizmu). W szczególnym przypadku, gdy oba allele wykazują względem siebie taki sam stopień dominacji (każdy z nich w takim samym stopniu wpływa na fenotyp), allele nazywamy kodominującymi.

Pulę genów opisać można zatem liczbą loci, liczbą alleli w każdym lokus i zależnością: dominacja–recesywizm w parach alleli. Dokonuje się tego podając albo strukturę genową, albo strukturę genotypową populacji.

> Struktura genowa to częstości względne alleli na poszczególnych loci (częstości względne są frakcjami jakie frekwencje poszczególnych alleli tworzą w ogólnej liczebności danego lokus).

Jeżeli na jakimś lokus w populacji pojawiają się tylko dwa allele, to gdy częstość jednego z nich zbadamy i wynosi ona p, wówczas częstość drugiego (q) obliczyć można jako q -1 p. Inaczej mówiąc, suma częstości względnych alleli wynosi zawsze 1 ($p+q+\ldots+z$ 1). Geny jednakże, jak wiemy, zlokalizowane są w genotypach, zatem opis struktury genowej nie wystarcza do pełnej charakterystyki puli genów — należy ją uzupełnić opisem struktury genotypowej, tj. podaniem względnych częstości genotypów dla każdego lokus, a więc opisaniem jak kombinują się w pary (w przypadku diploidów) allele występujące z określonymi częstościami w populacji.

Struktura genowa i genotypowa, chociaż silnie ze sobą skorelowane, w sytuacjach rzeczywistych z reguły nie dają się z siebie wzajemnie wyprowadzać. Z różnych przyczyn, o których powiemy dalej, pewne kombinacje alleli (genotypy) spośród liczby wszystkich możliwych $n(n+1)/2$ przy n allelach — występują częściej, inne natomiast rzadziej niż należałoby oczekiwać na podstawie częstości alleli.

Reguła Hardy'ego-Weinberga

Przewidywanie struktury genotypowej na podstawie struktury genowej i odwrotnie jest możliwe, jednak tylko w pewnych warunkach i to takich, których żadna realnie istniejąca populacja w całej rozciągłości nie spełnia. Warunki te, jak również zależność funkcyjną między częstością genów i genotypów w populacji, która w tych warunkach się realizuje, sformułowali, niezależnie od siebie w roku 1908: Anglik G. Hardy i Niemiec W. Weinberg.

> Zależność ta nosi nazwę prawa Hardy'ego-Weinberga, które mówi, że w populacji o bardzo dużej liczebności, całkowicie losowych kojarzeniach, przy braku mutacji, efektów dryfu i doboru naturalnego, częstości względne genotypów są równe rozwinięciu dwumianu Newtona z sumy częstości względnych genów,

to znaczy: jeżeli w danym lokus występują dwa allele z częstościami p i q, wówczas częstości genotypów w populacji będą: $(p+q)^2=p^2+2pq+q^2$. Prawo to oczywiście stosuje się do każdej liczby alleli w danym lokus. Jeżeli w lokus występuje więcej niż dwa allele (n alleli), wówczas częstości genotypów określamy na podstawie formuły $(p_1+p_2+\ldots+p_n)^2=p_1^2+p_2^2+\ldots+p_n^2+2p_1p_2+\ldots+2p_1p_n+\ldots+2p_2p_n+\ldots+2p_{n-1}p_n$. Przedstawiona reguła ma postać prawa idealizacyjnego. Warunki, przy których jest ona spełniona nigdy nie osiągną tego idealnego stanu, jakiego reguła wymaga: populacje mają skończone, często niezbyt duże liczebności, systemy kojarzeń nie zapewniają pełnej losowości kontaktów pomiędzy osobnikami płci przeciwnej, w pulach genów zawsze zdarzają się mutacje, wreszcie na wszystkie populacje działa dobór naturalny. Nie umniejsza to wcale roli, jaką prawo Hardy'ego-Weinberga odegrało (i odgrywa) w genetyce populacyjnej. Do podanych wyżej formuł wprowadzić można poprawki wynikające z uchylania poszczególnych założeń uzyskując możliwość przewidywania struktury genotypowej na podstawie struktury genowej również dla populacji, w których nie wszystkie z wymaganych warunków są spełnione. Można więc wprowadzić np. poprawkę umożliwiającą uchylenie wymogu pełnej losowości kojarzeń i wielkości populacji. Służy do tego celu tzw. współczynnik inbredu (chowu wsobnego) mierzący odchylenie od losowości kojarzeń (również spowodowane zmniejszeniem liczebności grupy) w populacji. Oznacza się go symbolem F. Jeżeli wartość tego współczynnika znamy, to w celu obliczenia struktury genotypowej wystarczy przemnożyć częstość względną heterozygot ($2pq$) przez $(1-F)$ i odpowiednio do nowej, uzyskanej w ten sposób częstości heterozygot zmie-

nić częstości względne homozygot. Podobne zabiegi można stosować znając odpowiednie mierniki doboru naturalnego czy natężenia mutacji.

Chociaż, jak powiedzieliśmy, populacje rzeczywiste nie spełniają w całości wszystkich założeń prawa Hardy'ego Weinberga, rozkłady częstości genotypów wielu cech stwierdzane empirycznie, bliskie są wartościom obliczanym teoretycznie na podstawie częstości genów. Za przykład może posłużyć nam cecha należąca do tzw. markerów genetycznych, o których szerzej będziemy mówili za chwilę, a mianowicie układ grupowy krwi *MN*. Układ ten warunkowany jest przez jedno lokus z dwoma tylko allelami: *M* i *N*. Należy dodać, że allele te są kodominujące, zatem wszystkie możliwe genotypy na tym lokus (*MM*, *MN*, *NN*) odróżniane są u ludzi jako odrębne fenotypy. Jeżeli więc w populacji obliczamy częstości fenotypów uzyskujemy tym samym dane o częstościach genotypów. Z częstości tych łatwo obliczyć częstości genów: częstość genu *M* równa się częstości genotypów *MM* plus połowa częstości genotypów heterozygotycznych *MN*, odpowiednio — częstość genu *N* to częstość homozygot *NN* plus połowa częstości heterozygot. Podstawmy teraz empiryczne dane dla populacji wielkopolskiej. Częstości fenotypów wynoszą w niej *MM* — 0,3548, *MN* — 0,4717 i *NN* — 0,1735. Obliczone z danych empirycznych częstości genów są więc następujące: *M* — 0,5906 oraz *N* — 0,4094. Częstości teoretyczne genotypów, obliczone przy użyciu reguły Hardy'ego-Weinberga, na podstawie empirycznie uzyskanych częstości genów wynoszą: *MM* — 0,3488, *MN* — 0,4836 i *NN* — 0,1676. Okazuje się więc, że liczebności faktyczne i teoretycznie oczekiwane różnią się nieznacznie.

Markery genetyczne

Wnioskowanie o genotypie na podstawie fenotypowego ukształtowania cechy w odniesieniu do bardzo wielu cech człowieka jest niezwykle trudne. Znamy jednak takie cechy, w przypadku których droga od genu i biosyntezy białek do ostatecznego efektu fenotypowego jest stosunkowo prosta. Cechy te, to — na ogół — specyficzne białka, bądź inne związki chemiczne występujące w komórkach lub płynach ustrojowych. Ze względu na znaczenie tych tzw. markerów genetycznych dla badań nad genetyką populacji ludzkich omówimy poniżej najważniejsze z nich.

Dużą grupę markerów stanowią systemy antygenowe. Najbardziej znany spośród nich jest układ grupowy krwi *ABO*. Antygeny układu *ABO* są to glikoproteidy rozmieszczone na powierzchni erytrocytów. W determinacji fenotypów omawianych antygenów biorą udział cztery allele jednego lokus określające formę tzw. substancji *H*, która występuje na powierzchni krwinek, a także w wydzielinach — ślinie, moczu itp. Allele omawianego układu oznacza się symbolami: A_1, A_2, *B*, *O*. Wykazują one w stosunku do siebie dominację i recesywizm według następującego porządku. Allel *O* jest recesywny w stosunku do wszystkich pozostałych; allel A_1 jest dominujący w stosunku do A_2 i kodominujący z allelem *B*; allel A_2 jest również

kodominujący z allelem *B*. Jak łatwo obliczyć cztery allele mogą dać $n(n+1)/2$, tj. dziesięć różnych genotypów. Ponieważ istnieje tu dominacja, fenotypów pojawi się tylko sześć: fenotyp A_1 (genotypy A_1A_1, A_1A_2, A_1O), fenotyp A_2 (genotypy A_1A_2, A_2O), fenotyp *B* (genotypy *BB* i *BO*), fenotypy A_1B i A_2B (genotypy A_1B i A_2B) i wreszcie fenotyp *O* odpowiadający homozygocie *OO*. Często dla uproszczenia rachunków, ze względu na niewielkie różnice fenotypowe między genotypami zawierającymi allele A_1 i A_2 oba te allele ujmuje się łącznie jako allel *A*.

Odrębne lokus determinuje rozpuszczalność substancji H w wodzie, a więc i w płynach ustrojowych. Lokus to nosi nazwę „secretor". Występują na nim dwa allele: *Se* (dominujący) i *se* (recesywny). Trzy możliwe genotypy tego lokus dają dwa fenotypy. Pierwszy z nich warunkowany genotypami *SeSe* i *Sese* odznacza się rozpuszczalnością substancji *H* w wodzie, drugi – recesywna homozygota *sese* – tej możliwości nie posiada.

Do grupy markerów, które nazwaliśmy antygenowymi należy wiele różnych układów, jak np. wspomniany już układ *MN*, układ *Rh* (czynnik *rhezus*), a także inne systemy erytrocytarne (np. Kell, Diego, Duffy). Nieco więcej uwagi warto poświęcić układowi *Rh*, zarówno ze względu na jego znaczenie dla praktyki lekarskiej, jak i dlatego, że dziedziczy się on w sposób bardziej złożony niż opisany poprzednio układ *ABO*. Przez długi czas po odkryciu tego czynnika w 1937 r. był on traktowany w badaniach tak jakby warunkowała go jedna para alleli jednego lokus, choć już w 1946 r. poznano większość alleli tego układu. Stąd oznaczano jedynie obecność (*Rh* +) lub brak (*Rh*–) antygenu. Obecnie wiadomo, że na czynnik *Rh* składa się działanie trzech loci, oznaczonych *C*, *D* i *E*, przy czym na każdym z nich występuje po kilka alleli. W pewnym uproszczeniu (ze względu na nikłe częstości pozostałych) można przyjąć, że w każdym lokus występują dwa allele *C* i *c*, *D* i *d*, *E* i *e*. W gamecie każdego człowieka występują zawsze kombinacje trzech alleli tego układu: *CDE*, *CDe*, *CdE*, *Cde*, *cDE*, *cDe*, *cdE*, *cde*, które często nazywa się zespołami „genowymi" tego układu i oblicza się dla nich częstości jak dla pojedynczych genów. Nie wszystkie z 27 teoretycznie możliwych genotypów powstających po połączeniu się powyższych zespołów występują faktycznie w populacjach. Wiele spośród genotypów rozpoznaje się bezpośrednio jako fenotypy, ponieważ allele *C* i *c* oraz *E* i *e* są kodominujące. Jako jeden fenotyp natomiast rozpoznawane są te, w których allele lokus *D* występują w układzie homozygotycznym *DD* oraz heterozygotycznym *Dd*, ponieważ allel *D* jest dominujący w stosunku do *d*, np. genotypy *CcDDEe* oraz *CcDdEe* opisane są jako jeden fenotyp *CcDEe* w odróżnieniu od fenotypu (a zarazem genotypu) *CcddEe*. Najczęściej w populacji polskiej występującymi fenotypami układu *Rh* są: *CcDee* (ok. 32%), *CCDee* (ok. 15%), *ccdee* (ok. 17%), *ccDEe* (ok. 12%) i *CcDEe* (ok. 11%).

Drugą grupę markerów wykorzystywanych w genetyce populacyjnej stanowią enzymy krwinek czerwonych – oksydoreduktazy uczestniczące w cyklu glikolitycznym. Enzymem takim jest np. glikozo-6-fosfodehydrogenaza (G6PD) warunkująca prawidłowy przebieg procesów energetycznych w krwinkach. G6PD determinowana jest układem dwu loci, z których pierwsze określa ilość enzymu (gen regulator), drugie – jego budowę (gen struktury). Fenotypowe własności tego

układu oznacza się metodą elektroforetyczną. Innym enzymem z omawianej grupy, również uczestniczącym w cyklu glikolitycznym jest fosfoglukomutaza (PGM) determinowana przez zestaw ośmiu alleli występujących na dwóch loci.

Ważną grupę markerów, podobnie jak poprzednie, związanych z czerwonymi krwinkami stanowią hemoglobiny. Zmiana jednego tylko aminokwasu w bardzo długim łańcuchu polipeptydowym, który wchodzi w skład cząsteczki hemoglobiny powoduje powstanie nowej formy tego związku. Lista różnych form hemoglobiny (różnych mutacji punktowych, które warunkują odmienne ustawienie aminokwasów w trakcie biosyntezy) jest już bardzo długa i z pewnością niepełna. Nie wszystkie oczywiście formy hemoglobin są używane w badaniach populacyjnych. Najczęściej bada się występowanie tzw. hemoglobiny *S*, powodującej chorobę zwaną anemią sierpowatą. Krwinki z hemoglobiną *s* mają upośledzoną funkcję (a w roztworze soli kuchennej przybierają kształt sierpa — stąd nazwa choroby). Gen, którego zmutowany allel wywołuje anamię sierpowatą stał się pierwszym dobrze zbadanym przykładem polimorfizmu u człowieka pod względem struktury białek, przy czym dał podstawę do opisu mechanizmu utrzymującego taki polimorfizm. Do przykładu tego powrócimy przy omawianiu działania doboru naturalnego.

Odrębną grupę markerów genetycznych stanowią białka w osoczu krwi, a wśród nich przede wszystkim globuliny. Wśród γ-2-globulin występują haptoglobiny — białka mające zdolność wiązania wolnej hemoglobiny rozpuszczonej w osoczu. Polimorfizm haptoglobin warunkowany jest trzema allelami (*Hp1S*, *Hp1F*, *Hp2*) jednego lokus. Fenotypy wynikające z kombinacji tych alleli rozpoznawane są elektroforetycznie. Innym markerem należącym do globulin osocza są transferyny — białka wiążące żelazo i transportujące je do miejsc, gdzie jest ono wykorzystywane do syntezy hemoglobiny. Różne postacie transferyn (które można rozdzielać w elektroforezie) warunkowane są występowaniem 18 różnych alleli

Dla celów populacyjno-genetycznych badane są także białka zwane immunoglobinami. Wyróżnia się wśród nich układy *Gm*, *InV* i inne.

Szczególne znaczenie zarówno teoretyczne, jak i kliniczne ma system antygenowy, związany z leukocytami oznaczany skrótem *HL A* (od angielskiej nazwy *Human Leucocyte Antigene-A*). Antygeny tkankowe należące do tego układu warunkują zgodność, bądź niezgodność immunologiczną tkanek, co decyduje o powodzeniu zabiegów przeszczepiania tkanek i narządów. Fenotypy antygenów układu *HL-A* determinowane są allelami występującymi na dwóch loci, położonych bardzo blisko siebie na jednym chromosomie i w związku z tym przechodzących razem do gamet. Dotychczas nie wiadomo jeszcze dokładnie ile alleli występuje na każdym lokus — wraz z postępem badań wykrywa się ciągle nowe fenotypy. Na razie opisano 15 alleli pierwszego lokus i 20 drugiego Przy tak dużych liczbach alleli, liczba możliwych fenotypów jest olbrzymia. Nie wszystkie jednak występują na tyle często, by można je wykrywać w badanych próbach. Dla przykładu można podać (za Z. Przybylskim) częstość alleli najbardziej rozpowszechnionych w populacji polskiej. Należą do nich, z lokus I: *HL-A2* występujący z częstością 0,265, *HL-A3* — 0,134, *HL-A11* — 0,116 oraz *W26* — 0,111; na lokus II najczęstsze są: *HL-A8* i *W5* - po 0,116, *HL-A12* - 0,102 oraz *HL-A13* 0,075.

Jak już powiedzieliśmy poprzednio, nie wszystkie cechy fenotypowe człowieka dają się tak łatwo nawiązać do ich podłoża genotycznego jak omówione markery. Bardzo wiele cech, uważanych przez obserwatora za jednostkowe (elementarne), warunkowanych jest licznymi allelami rozmieszczonymi na znacznej często liczbie loci. Cechy takie nazywamy poligenowymi; ulegają one silnej zmienności adaptabilnej i adiustacyjnej, a więc niegenetycznej

Przejdźmy teraz do bliższego omówienia przekształceń struktury genowej i genotypowej w populacjach i przyczyn jej odchyleń od stanu przewidywanego prawem Hardy'ego Weinberga.

Mutacja

W sformułowaniu reguły Hardy'ego-Weinberga mieści się zastrzeżenie, że równanie wiążące częstości genów z częstościami genotypów jest słuszne jedynie wówczas, gdy nie działają czynniki zmieniające strukturę genową populacji. Jednym z takich czynników może być mutacja. Ze względu na fizyczno chemiczne właściwości nośników informacji genowej, mutacje muszą pojawiać się w materiale dziedzicznym. W badaniach pul genowych rzeczywistych populacji nie można więc pominąć ich działania. Jeżeli jakiś allel danego lokus przechodzi w inny na skutek mutacji u części jego nosicieli, to ogólna liczba alleli wzrasta i zmienia tym samym częstości względne, których suma zawsze równa się jedności. Częstotliwość z jaką określone odcinki łańcucha polipeptydowego ulegają zniekształceniom w czasie replikacji (mutacje), zależy od fizycznochemicznych właściwości danego odcinka DNA i jest stała dla jego poszczególnych fragmentów Częstości mutacji u człowieka, podobnie zresztą jak u innych gatunków, są rzędu 10^{-5} - 10^{-6} i nie ulegają zmianom z pokolenia na pokolenie. Frakcja mutujących alleli w każdym pokoleniu jest więc niewielka, niemniej gdyby nie działały na pulę genów żadne inne czynniki, to przy dostatecznie dużej liczbie pokoleń nowe, zmutowane allele zastąpiłyby allele stare, chociaż nie całkowicie. Pamiętać bowiem należy, że nowo powstałe drogą mutacji allele tak samo narażone są na kolejne mutacje jak i allele stare, przy czym możliwy jest także powrót nowego allela do formy wyjściowej (mutacja powrotna). Oczywiście szansa na to, że w wyniku mutacji allel przyjmie tę właśnie postać jaką miał poprzednio jest znacznie mniejsza niż prawdopodobieństwo, że w ogóle ulegnie mutacji. Praktycznie zatem intensywność zmian puli genów mierzyć można po prostu częstością mutacji. Tak więc mutacje są tym czynnikiem, który dostarcza nowych wariantów informacyjnych do puli genów, przy czym czynnik ten, teoretycznie gdy nie działają inne, jest w stanie kompletnie zmienić informację genową w systemie. Z doświadczenia wiemy, że zmiany takie nie następują, a rola mutacji w przeobrażeniach puli genów jest ograniczona działaniem innego czynnika ewolucji doboru naturalnego. Czynnik ten na zasadzie zależności adaptacyjnej daje szansę wejścia do puli genów informacji tych mutantów, którzy dzięki swym właściwościom mają

odpowiednio wysoką trwałość i możliwości reprodukcyjne. Mutanci wyposażeni w informację „gorszą" od tej, którą posiadają inni przedstawiciele populacji podlegają adaptacyjnej eliminacji (wraz ze zmutowanymi genami). Stan puli genów jest zatem wypadkową dwu tendencji, co określamy jako równowagę selekcyjno-mutacyjną.

Większość znanych u człowieka i zbadanych co do częstości ich pojawiania się mutacji jest tego rodzaju, że obniżają one jakość informacji służącej trwaniu osobnika (a tym samym systemu). Obserwowane w populacjach częstości zmutowanych fenotypów są właśnie efektem realizowania się wspomnianej równowagi selekcyjno-mutacyjnej Przykładem może być tzw. karłowatość achondroplastyczna - wada rozwojowa pojawiająca się na skutek mutacji, przy czym zmutowany allel jest dominujący względem normalnego. Obserwowana częstość urodzeń dzieci z karłowatością achondroplastyczną wynosi około 1/10 000, to znaczy na 20 000 alleli posiadanych przez noworodki jeden jest zmutowany Wartości $0{,}5 \cdot 10^{-4}$ nie można jednak uznawać za częstość mutacji, ponieważ część urodzonych otrzymała allel achondroplazji od rodziców obarczonych tą wadą. Zdecydowana większość osób z omawianą wadą eliminowana jest z rozrodu. Ogólnie biorąc, sukces reprodukcyjny achondroplastyków względem ludzi zdrowych (wartość przystosowawcza — fitness) wynosi 0,2, co oznacza, że dobór naturalny o 80% ogranicza ich reprodukcję w stosunku do zdrowych. Ta niska stosowność achondroplastyków wystarcza jednak, by pewna liczba alleli zmutowanych w każdym pokoleniu przekazywana była potomstwu i w pokoleniu następnym sumowała się z liczbą alleli powstających drogą mutacji. Aby więc obliczyć z jaką częstością zachodzi mutacja (m) należy posłużyć się formułą

$$m = \tfrac{1}{2} X s,$$

gdzie X - częstość pojawiania się zmutowanych fenotypów w każdym pokoleniu,
s — współczynnik selekcji.

W omawianym przykładzie $X = 10^{-4}$, $s = 0{,}8$, zatem $m = 4 \cdot 10^{-5}$.

W sytuacji gdy wartość przystosowawcza mutantów wynosi 0 (inaczej mówiąc, gdy zmutowany dominujący allel uniemożliwia swym nosicielom reprodukcję), wówczas częstość pojawiania się fenotypów po podzieleniu przez 2 daje wartość m, czyli częstość mutacji. Taka właśnie sytuacja ma miejsce w przypadku mutacji wywołującej nowotworowe zwyrodnienie siatkówki oka (retinoblastoma), której nosiciele umierają w dzieciństwie (jeśli nie są leczeni operacyjnie), pojawiającej się z częstością $4 \cdot 10^{-6}$.

Dobór naturalny

Kilkakrotnie w niniejszym rozdziale posługiwaliśmy się terminem dobór naturalny (=selekcja naturalna). Ponieważ jest on jednym z czynników wpływających na strukturę genową populacji, wyłączanym w przytoczonym już sformułowaniu prawa

Hardy'ego-Weinberga, należy obecnie poświęcić mu więcej uwagi, by móc wspomnianym prawem posługiwać się w sytuacjach rzeczywistych.

> Pojęcie doboru naturalnego, najogólniej biorąc, oznacza zróżnicowane tempo i natężenie reprodukcji osobników o różnych genotypach, tj. nosicieli różnych alleli.

O pojęciu i zjawisku reprodukcji mówiliśmy już szerzej w poprzednim rozdziale, nie będziemy już więc do tego zagadnienia wracać.

Omawianie doboru naturalnego rozpocznijmy od przyjrzenia się prostemu modelowi. Załóżmy, że obserwujemy system złożony z niecałkowitych generacji, tzn. że w każdym momencie żyje w nim tylko jedno pokolenie — rodziców, bądź ich potomstwa. Takie systemy istnieją realnie — np. jednoroczne rośliny kwiatowe. Załóżmy też, że całość właściwości fenotypowych każdego osobnika w tym systemie zależy od jednego tylko lokus, przy czym występują na nim tylko dwa kodominujące allele. Nie jest tu konieczne założenie o rozrodzie biseksualnym, jednak aby nasz model odpowiadał populacji mendlowskiej — najbardziej klasycznemu schematowi genetyki — przyjmijmy również i takie założenie. Przyjmijmy wreszcie, że spełniane są wszystkie warunki w jakich realizuje się prawo Hardy'ego-Weinberga, z jednym tylko wyjątkiem — działa dobór naturalny. Powiedzieliśmy, że na jednym lokus w naszej modelowej populacji występują tylko dwa allele. Oznaczmy je symbolami A_1 i A_2 i przypiszmy im częstości, odpowiednio p i q. Częstość genotypów w pokoleniu rodzicielskim w momencie rozpoczęcia obserwacji niech będzie zgodna z prawem Hardy'ego-Weinberga i wynosi $A_1A_1 = p^2$, $A_1A_2 = 2pq$, $A_2A_2 = q^2$. Obserwujemy teraz ile potomstwa wydają nosiciele poszczególnych genotypów i ilu z tych potomków dożywa wieku, w którym będą sami wydawać potomstwo, inaczej mówiąc obliczamy współczynniki reprodukcji netto (R_0) dla każdego z genotypów rodzicielskich. Powiedzmy, że wartości R_0 dla genotypów są następujące: $A_1A_1 = 2{,}0$, $A_1A_2 = 1{,}5$, $A_2A_2 = 1{,}0$. Występuje więc zróżnicowanie reprodukcji — homozygoty pierwszego typu zreprodukowały się dwukrotnie „lepiej" niż homozygoty typu drugiego, heterozygoty natomiast zajęły pozycję pośrednią. Jeżeli opisana sytuacja będzie się powtarzała z pokolenia na pokolenie, wówczas na skutek szybszego przyrostu liczebnego alleli A_1 w stosunku do alternatywnych ich częstość będzie wzrastała aż do kompletnego wyeliminowania alleli A_2. Wzrost częstości jednego z alleli oznacza spadek częstości drugiego ($p=1-q$). Przed przystąpieniem do wyjaśnienia, jak mierzy się natężenie eliminacji jednego z alleli na skutek różnicowej reprodukcji (natężenie to nazywa się naciskiem selekcyjnym, a jego miarę — współczynnikiem selekcji s), przypomnijmy tu pojęcie przeciwstawne, mianowicie sprawności ewolucyjnej (fitness), bądź stosowności. Stosowność to reprodukcja danego genotypu odniesiona do reprodukcji takiego genotypu w populacji, u którego jest ona największa. W naszym modelu najwyższą reprodukcję wykazał genotyp A_1A_1. Jeżeli zatem tę wartość przyjmiemy za 1, a reprodukcję pozostałych genotypów wyrazimy w jej frakcjach, to otrzymamy następujące tzw. wartości przystosowawcze (stosowność W): $A_1A_1 = 1{,}0$, $A_1A_2 = 0{,}75$, $A_2A_2 = 0{,}5$. Wynika z nich, że fitness genotypów A_2A_2 jest dwukrotnie mniejsza niż genotypów A_1A_1. Jednakże przy rozrodzie biseksualnym w każdym pokoleniu następują rekombinacje, tzn. część osobników

A_1A_1 będzie wchodziła w związki rozrodcze z osobnikami A_2A_2 i A_1A_2. Aby określić więc w jakim tempie będą przyrastały w populacji allele podnoszące fitness (co równocześnie jest określeniem tempa z jakim ubywają allele przeciwne), musimy uwzględnić fakt, że zróżnicowana wartość przystosowawcza genotypów wynika z posiadania przez nie jednego (w heterozygotach) lub dwu (w homozygotach) alleli obniżających fitness. W naszym przykładzie (allele kodominujące) współczynnik selekcji skierowanej przeciwko allelowi A_2 równa się obniżeniu wartości przystosowawczej heterozygoty względem homozygoty A_1A_1, czyli $s_{A_2}=1-W_{A_1A_2}=$ 0,25 lub połowie różnicy między jednością i wartością przystosowawczą homozygoty A_2A_2. Obrazuje to poniższe zestawienie:

genotypy	A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2
fitness (W)	1,00	0,75	0,50
nacisk selekcyjny	0	s	$2s$

Z tego co powiedzieliśmy wyżej wynika, że pojęcia stosowności i nacisku selekcyjnego są w stosunku do siebie komplementarne, co można wyrazić zapisem $s=1-W$. Łatwo zauważyć, że tym szybciej zachodzi zmiana w puli genów im wyższe są współczynniki selekcji (to znaczy im bardziej różnią się pod względem fitness poszczególne genotypy). Zależność tę zawarł w swoim podstawowym dla genetyki populacyjnej twierdzeniu Ronald A. Fisher (w 1930 r.). Twierdzenie to noszące zresztą nazwę „fundamentalnego twierdzenia Fishera" głosi, że tym wyraźniejsze będzie działanie doboru naturalnego w populacji, tym szybsza zmiana puli genów w celu lepszego jej adaptacyjnego dostosowania do zadanych warunków otoczenia, im większe będzie zróżnicowanie (wariancja) stosowności genetycznej uwidaczniającej się w fenotypach. Warto tu przypomnieć, że Fisherowi zawdzięczamy także uściślenie pomiaru fitness.

Powracając do naszych uproszczonych rozważań, dokonywanych na modelu populacji, należy jeszcze raz podkreślić, że w odróżnieniu od współczynnika reprodukcji netto czy współczynnika przyrostu naturalnego stosowność jest miarą względną. Jedynie zróżnicowanie reprodukcji, a nie jej ogólne natężenie ma znaczenie dla przemian w puli genów. W wykorzystywanym przez nas przykładzie współczynniki reprodukcji netto wynosiły: dla genotypów A_1A_1, A_1A_2 i A_2A_2 odpowiednio: 2,0, 1,5, 1,0; fitness tych genotypów określiliśmy na: 1,0, 0,75, 0,50. Przy założeniu kodominacji, współczynnik selekcji działającej przeciwko allelowi A_2 wynosił 0,25. Wyobraźmy sobie teraz, że w obserwowanej populacji współczynniki R_0 są dwukrotnie większe i wynoszą odpowiednio 4,0, 3,0, 2,0. Odnosząc współczynniki genotypów o niższej reprodukcji do najwyższego współczynnika otrzymujemy miary stosowności: 1,00, 0,75, 0,50, a więc dokładnie takie same jak wówczas, gdy natężenie reprodukcji było dwukrotnie mniejsze. Współczynnik selekcji również nie uległ zmianie i wynosi 0,25.

W rozważanym powyżej przykładzie założyliśmy kodominację alleli i ich różną stosowność. W takiej sytuacji, jeżeli utrzymane zostaną inne warunki zakładane w prawie Hardy'ego-Weinberga dobór naturalny doprowadzić musi w końcu do wyeliminowania jednego z alleli z puli genów. Jeżeli allele wykazywałyby

względem siebie dominację, ostateczny wynik procesu selekcyjnego byłby taki sam, z tym tylko, że tempo eliminacji zależałoby od tego przeciw któremu allelowi działałaby selekcja. Tempo eliminacji alleli dominujących jest wyższe, gdyż zarówno homozygoty dominujące, jak i heterozygoty mają w takim samym stopniu obniżoną stosowność względem homozygoty recesywnej. Gdy dobór naturalny dziala przeciw allelom recesywnym proces przebiega wolniej, gdyż allele te nie podlegają eliminacji w heterozygotach We wszystkich opisanych sytuacjach końcowy efekt jest jednak ten sam eliminacja jednego z alleli. Tak działający dobór naturalny nazywa się doborem kierunkowym. Może jednak zdarzyć się tak, że fitness heterozygoty jest większa niż którejkolwiek z homozygot. Mamy wówczas do czynienia z odmiennym typem doboru doborem stabilizującym. Jeżeli dwa allele tego samego lokus współdziałają ze sobą w heterozygocie dając korzystniejsze efekty fenotypowe niż efekty w układach homozygotycznych mamy do czynienia ze zjawiskiem naddominacji (overdominance — heterozja). Posługując się symboliką użytego poprzednio przykładu moglibyśmy sytuację taką zapisać np.:

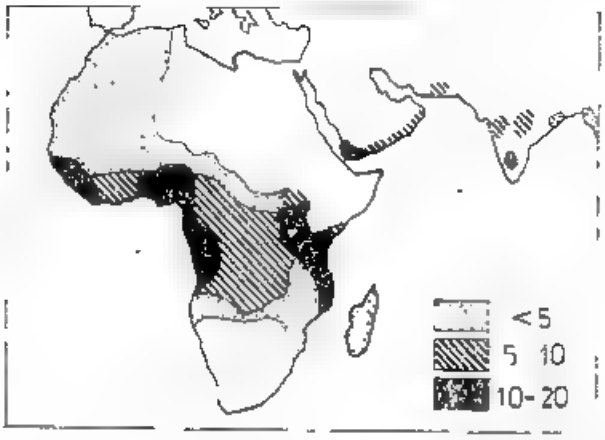
genotyp	a_1a_1	a_1a_2	a_2a_2
fitness	0.75	1,00	0,75

W populacji opisanej powyższymi wartościami struktura genowa i genotypowa nie będzie ulegała zmianom z pokolenia na pokolenie (w homozygotach oba allele będą eliminowane w jednakowym stopniu, a w faworyzowanych heterozygotach oba allele występują w równych częściach), jednakze nie będzie też bezpośrednio wyprowadzalna z reguły Hardy'ego-Weinberga. Taki właśnie typ doboru, nie zmieniający częstości genów, odchylający natomiast częstości genotypów od wartości oczekiwanych, lecz utrzymujący te odchylone częstości na tym samym poziomie w kolejnych pokoleniach, nazywamy doborem stabilizującym. Ma on szczególnie duże znaczenie dla utrzymywania zróżnicowania genetycznego w populacjach. Na skutek wzrostu w stosunku do oczekiwanej częstości heterozygot, w populacji utrzymują się różne allele tego samego lokus, nawet bez udziału mutacji. Zjawisko to nazywamy polimorfizmem genetycznym. Pojęcie tak rozumianego polimorfizmu wprowadził w latach pięćdziesiątych angielski genetyk E B. Ford pisząc, że za lokus wykazujące polimorfizm możemy uznać takie, na którym istnieje więcej niż jeden allel z częstością wyższą niż wynikałoby to z działania mutacji.

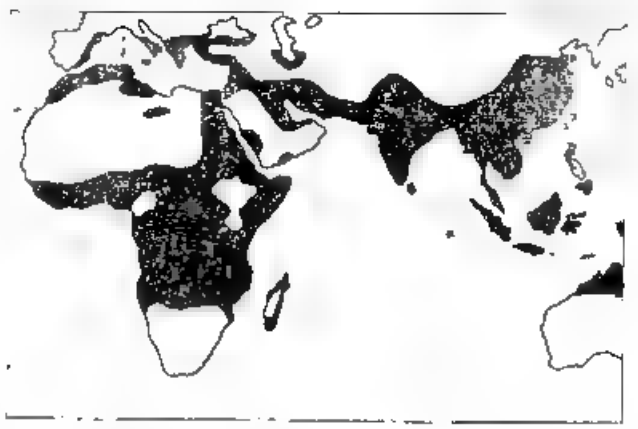
Należy tutaj wspomnieć o jeszcze jednej formie działania doboru naturalnego, w wyniku której może utrzymywać się w populacji polimorfizm o doborze różnicującym. Jest on niejako odwrotnością poprzednio omawianego, gdyż polega na obniżonej względem obu homozygot stosowności heterozygot. Struktura genotypowa w takim przypadku również odchyla się od przewidywanej, z tym tylko, że rosną częstości względne homozygot, a spada częstość heterozygot. Wydaje się, że dobór naturalny w tej formie odgrywa pewną rolę w utrzymywaniu polimorfizmu u człowieka, jednak ze względu na spoistość naszego gatunku, brak silnej izolacji i podobne czynniki, o których będzie mowa dalej, niewiele jest sytuacji w których przejawiałby się w sposób wyraźniejszy.

Klasycznym przykładem polimorfizmu utrzymywanego przez dobór niekierun-

kowy — stabilizujący jest lokus determinujące właściwości ludzkiej hemoglobiny. Mutacja jednego z alleli tego lokus doprowadziła do pojawienia się schorzenia zwanego anemią sierpowatą (deformacja łańcucha białkowego w hemoglobinie i związane z tym upośledzenie zdolności transportowania tlenu). Z dwu alleli omawianego już razem z innymi markerami lokus *S*, normalny (niezmutowany) allel kodujący prawidłową budowę homoglobiny jest dominujący w stosunku do zmutowanego *s*. Stosunek dominacji recesywizmu obu alleli nie jest jednak na tyle silnie wyrazony, by nie można było w heterozygocie fenotypowo wykryć obecności allela *s*. Wysoką częstość anemii sierpowatej zaobserwowano w tych regionach Afryki i Azji, w których z dużym natężeniem występowała malaria. Okazało się, że zarodziec malarii nie może normalnie rozwijać się i mnożyć w krwinkach heterozygotycznych nosicieli allela *s*. Efekt fenotypowy jaki wywiera ten allel na krwinkę w postaci heterozygotycznej jest na tyle słaby, że nie upośledza praktycznie transportu tlenu i osoby, którego posiadają nie różniąc się w tym względzie zasadniczo od zdrowych, z drugiej jednak strony efekt ten jest wystarczająco wyraźny dla zaburzenia cyklu rozwojowego zarodźca malarii. W sytuacji więc, gdy na jakimś terenie panuje malaria obserwujemy zjawisko naddominacji. Osoby homozygotyczne z allelem „normalnym" mają obniżoną stosowność ze względu na podatność na malarię: osoby homozygotyczne pod względem allela recesywnego mają obniżoną stosowność ze względu na silne objawy anemii: osoby heterozygotyczne pod względem tych alleli są co do transportu



Ryc. 3.2.1. Częstość genu anemii sierpowatej w Afryce i Azji. Liczby oznaczają procent nosicieli genu w populacji (wg wyników Allisona z 1961 r.)



Ryc. 3.2.2. Rozmieszczenie malarii przed 1930 r. (wg Boyda)

tlenu w organizmie niemal nieodróżnialne od normalnych homozygot, równocześnie jednak są odporne na malarię i ich stosowność jest najwyższa. Przyczyny obniżenia fitness obu homozygot są w tym przypadku odmienne, nie ma to jednak żadnego znaczenia dla przebiegu doboru naturalnego utrzymującego strukturę genetyczną populacji. Na terenach gdzie od dawna malaria nie występowała polimorfizm opisywanego lokus zanika na skutek braku czynników faworyzujących heterozygoty. Utrzymuje się on natomiast do dzisiaj tam, gdzie ciągle jeszcze zagraża zarodziec

malarii, bądź gdzie dopiero od niedawna zagrożenie to ustąpiło. Opisaną sytuację ilustrują ryciny 3.2.1 i 3.2.2, na których przedstawiono zasięg malarii i częstość genu anemii sierpowatej.

Mówiliśmy już o cechach fenotypowych człowieka, których model dziedziczenia jest bardziej złożony i często wręcz niemożliwy do opisu, o cechach poligenicznych. Być może należałoby to ująć nieco inaczej wiele cech człowieka, które ze względu na nasz sposób oglądania rzeczywistości traktujemy jak cechy elementarne, w gruncie rzeczy stanowi kombinacje wariantów wielu cech elementarnych. Jakkolwiek analiza genetyczna takich cech stwarza wiele trudności, to jednak mają one także właściwości, dla których bada się je często i chętnie ze względu na łatwość obserwacji i rejestracji oraz znaczenie praktyczne. Chodzi tu o takie cechy, jak wysokość i ciężar ciała, proporcje kończyn i głowy, pigmentacja włosów, skóry i oczu itp. Wyjaśniliśmy, że trudno na podstawie tych cech dokonać opisu puli genów populacji, niemniej opis przemian bądź zróżnicowania międzypopulacyjnego pod względem cech morfologicznych podobnych wymienionym ostatnio wymaga uwzględnienia ich genetycznych uwarunkowań. W szczególności, gdy dokonujemy opisu przemian w morfologii zachodzących na skutek działania doboru naturalnego, musimy pamiętać, że ewentualny kierunkowy efekt, który obserwujemy jest wynikiem bilansowania się różnych stabilizujących, różnicujących i kierunkowych efektów doboru na różnych loci. Należy przypuszczać, że kierunkowa składowa doboru naturalnego wynika często z „niepełnej" stabilizacji, tzn. pojawia się wówczas, gdy wprawdzie fitness heterozygot jest najwyższa, jednak pomiędzy homozygotami istnieje różnica stosowności

Losowość kojarzeń i nieograniczona wielkość grupy

Kolejnym czynnikiem, którego wpływ na populację należy wyłączyć, by realizowała się w niej reguła Hardy'ego-Weinberga jest odchylenie od pełnej losowości kojarzeń w populacji, z czym ściśle wiąże się zagadnienie następne wielkość kojarzącej się grupy

Efekty ograniczenia wielkości populacji zilustrujemy na wstępie uproszczonym przykładem. Niech populację stanowi 10 osób, u których określony allel występuje z częstością 0,05H, co oznacza, że jego nosicielem jest jedna spośród dziesięciu osób tworzących populację. Aby allel ten pojawił się również w kolejnym pokoleniu obserwowanej populacji, jego nosiciel musi wydać na świat potomstwo. Łatwo jednak może się zdarzyć, że z jakiejkolwiek przyczyny, całkowicie niezależnej od wyposażenia genetycznego tego osobnika, nie będzie on uczestniczył w reprodukcji. W takiej sytuacji wraz z jego śmiercią allel, o którym mowa zniknie z puli genów, a struktura genowa populacji ulegnie wyraźnej zmianie. Może oczywiście zdarzyć się i odwrotnie. jedyny nosiciel allelu, znowu ze względów całkowicie przypadkowych, wyda na świat dwukrotnie więcej potomstwa niż wszyscy pozostali i obserwowany allel zwiększy

swą częstość w następnym pokoleniu z 0,10 do 0,05. Załóżmy, że służąca nam za przykład dziesięcioosobowa populacja reprodukuje się w sposób prosty, tzn. jej liczebność z pokolenia na pokolenie nie ulega zmianie. Jeżeli będziemy tę populację obserwowali przez bardzo wiele pokoleń to stwierdzimy, że częstość alleli podlega wahaniom na skutek wydarzeń losowych, przy czym liczba alleli w poszczególnych loci ulega redukcji i ostatecznie kształtuje się stan, w którym na każdym lokus występuje tylko jeden allel. Zjawisko to, które można by nazwać losowym wypadaniem alleli z puli genów nosi nazwę dryfu genetycznego (genetic drift). Przypomnijmy jeszcze raz, że ostatecznym efektem dryfu jest pozostanie w puli genów pojedynczych tylko alleli na każdym lokus, czyli - inaczej mówiąc - całkowity zanik heterozygotyczności, bowiem gdy na lokus występuje tylko jeden allel, powstać mogą tylko homozygotyczne genotypy. Teoretycznie zjawisko dryfu genetycznego wystąpić może w każdej populacji o liczebności mniejszej niż nieskończona, jednak tempo z jakim następuje spadek heterozygotyczności jest rzecz jasna zależne od liczby osób uczestniczących w rozrodzie w danej populacji. Niemniej przy nieskończonej liczbie pokoleń, końcowy efekt dryfu, jeżeli czynnik ten działałby jako jedyny, musi być ten sam w każdej populacji, która nie jest nieskończenie wielka. W populacjach rzeczywistych jednak dryf genetyczny nie jest jedynym czynnikiem kształtującym pulę genów i jego efekty przejawiać się mogą jedynie przy drastycznie małych liczebnościach. W grupach ludzkich liczących kilkaset osobników, na losowe wahania w częstościach genów nakładają się inne czynniki ewolucji: dobór naturalny przeciwstawiający się losowym spadkom częstości alleli poprzez ich faworyzowanie reprodukcyjne, mutacje wprowadzające do puli genów allele losowo utracone i wreszcie wymiana genów między populacjami. Efekty dryfu w takiej sytuacji stają się niedostrzegalne.

Mówiliśmy wyżej o związku między liczebnością populacji i losowymi wahaniami częstości alleli. Aby jednak uniknąć nieporozumień pojęcie wielkości grupy należy dokładniej sprecyzować, w badaniach populacyjno-genetycznych istotna jest liczebność tych osób w populacji, które uczestniczą w rozrodzie. Liczebność tę określa się terminem „efektywna wielkość populacji". Wielkość efektywna jest oczywiście zawsze mniejsza od całkowitej wielkości grupy ludzkiej. W pewnym uproszczeniu można uznać, że równa się ona liczbie osób zdolnych do rozrodu. Określenie efektywnej wielkości populacji jest w rzeczywistości, w odniesieniu do człowieka, sprawą skomplikowaną ze względu na zachodzenie na siebie pokoleń. Wydaje się nam, że nie ma potrzeby szczegółowego omawiania techniki obliczania efektywnej wielkości grupy w populacjach ludzkich. Wystarczy zapamiętać, że wielkość tę da się oszacować na podstawie efektów dryfu genetycznego:

> efektywna wielkość danej populacji (N_e) to taka liczba osobników, której teoretycznie odpowiadają obserwowane w populacji efekty dryfu.

Zależność między efektywną wielkością populacji i rezultatami dryfu genetycznego jest wyraźna jedynie wówczas, gdy dana populacja jest całkowicie odizolowana od innych. Jednakże zwykle populacje tego samego gatunku wymieniają między sobą geny. Omawiając zagadnienia demograficzne, zjawisko przemieszczania się osób z jednej grupy do innej nazywa się migracją. W genetyce populacyjnej in-

teresująca jest oczywiście tylko taka migracja, w wyniku której dochodzi do powstania nowych osobników zawierających allele migrantów. Dopływ nowych genów do populacji poprzez migrację jest z formalnego punktu widzenia zjawiskiem podobnym do mutacji. W migracji jednak należy zwrócić uwagę na jeszcze jeden aspekt. Jeżeli mianowicie do jakiejś populacji wchodzą migranci i biorą udział w rozrodzie, to powiększają oni jej efektywną wielkość. Powiększenie się określonej populacji na skutek włączenia do niej migrantów jest jednoznaczne ze zmniejszeniem się innej populacji, z której migranci wyszli i ubytkiem z niej pewnej liczby alleli. Jeżeli grupa, z której wychodzą migranci jest mała liczebnie, wówczas pewne allele wynoszące przez osoby emigrujące mogą zostać utracone przez populację (dryf). Może się zdarzyć, że para lub niewielka grupa emigrantów nie włączy swych alleli do puli innej populacji, lecz pozostając przez pewien czas w izolacji od innych grup rozmnoży się dając początek nowej grupie ludzkiej. W grupie takiej ukształtuje się pula genów zawierająca tylko te allele, które wyniósł z macierzystych populacji emigranci — założyciele nowej populacji. Struktura genowa nowej grupy różni się zatem od struktury populacji wyjściowej na skutek przyczyn losowych — wniesienia przez emigrantów tylko niektórych z ogólnej liczby alleli. Opisane wyżej zjawisko nosi nazwę „efektu założyciela" (founder effect).

Powróćmy jeszcze raz do kwestii wzajemnej zależności pomiędzy efektywną wielkością grupy, migracją i efektami dryfu genetycznego. Te ostatnie, jak pamiętamy, polegają na spadku heterozygotyczności puli genów. Spadek heterozygotyczności, a zatem wzrost homozygotyczności mierzy się tzw. współczynnikiem wsobności (inbredu). Nieco więcej o współczynniku tym powiemy dalej, tu natomiast przytoczymy pewien model wyidealizowany, dzięki temu jednak stosunkowo prosty, który wiąże funkcyjnie wymienione poprzednio zmienne. W modelu tym zakłada się, że populacja o efektywnej wielkości N_e oddalona jest od wszystkich innych populacji, z którymi jednak wymienia osobników z małym natężeniem m (założenie o oddaleniu potrzebne jest, by uznać, że imigranci wnoszą allele z „obcych" pul, a odległość z jakiej pochodzą nie ma znaczenia). W założonej sytuacji spadek heterozygotyczności wyraża się następującym równaniem:

$$f = \frac{1}{1 + 4N_e m},$$

gdzie f — współczynnik inbredu,
N_e — efektywna wielkość grupy,
m — współczynnik migracji.

Widzimy więc, że im większa jest efektywna wielkość populacji oraz natężenie migracji, tym mniejsza wsobność, tzn. większe zróżnicowanie puli genów. W sytuacji przeciwnej natomiast (mała grupa mała migracja) wzrasta prawdopodobieństwo dryfu — spada heterozygotyczność puli genów.

Przedstawiony model pozwala zrozumieć podstawowe zależności, nie odpowiada jednak zbyt dobrze rzeczywistym warunkom w jakich bytują ludzkie społeczności, w szczególności sposoby przemieszczania się ludzi odbiegają od tego jaki zakłada model. Zanim objaśnimy szerzej zagadnienia migracji poświęcimy jeszcze trochę uwagi

sposobom szacowania współczynnika wsobności (inbredu), który — jak wynika z tego co dotąd powiedzieliśmy — syntetyzuje dane o wielkości grupy i wymianie genów. Współczynnik ten mierzy stopień homozygotyczności. Można to powiedzieć inaczej: wyraża on prawdopodobieństwo z jakim u losowo wybranego z populacji osobnika spotkać można na danym lokus dwa identyczne allele, przy czym identyczność ich wynika stąd, że oba pochodzą od tego samego przodka (np. dziecko rodzeństwa może otrzymać dwa allele swego dziadka). Prawie równoważny współczynnikowi inbredu jest tzw. współczynnik spokrewnienia (jeżeli tylko spełnione są pewne warunki — brak mutacji, losowe kojarzenie się par, sytuacja zastojowa) wyrażający prawdopodobieństwo z jakim u dwu kojarzących się osób na danym lokus występuje taki sam allel (jest identyczny przez pochodzenie). Wynika stąd, że współczynnik wsobności potomstwa powinien być równy współczynnikowi spokrewnienia rodziców. Rozmaitość czynników decydujących o doborze partnerów powoduje, że w populacjach ludzkich trudno jest mówić o pełnej losowości krzyżowań — krzyżujące się grupy wykazują wysoce złożone, często nietrwałe systemy kojarzeń. Z tych między innymi względów trudno jest ostro wydzielić wyraźnie izolowane od siebie grupy nieograniczonego krzyżowania, grupy odpowiadające ściśle definicji populacji biologicznej, a wszelkie dokonywane dla celów badawczych podziały są w pewnym stopniu arbitralne.

Pełna izolacja kulturowa, podobnie jak biologiczna, nie istnieją w obrębie naszego gatunku, a co za tym idzie granice pomiędzy populacjami ludzkimi wyznaczać można jedynie na podstawie spadku intensywności wymiany genów pomiędzy nimi. Bezpośredni i łatwo dostrzegalny jest związek między częstością wymiany genów a istnieniem barier. Taka bariera jak na przykład rzeka, morze czy wysokie góry wyraźnie ogranicza częstość zawierania związków małżeńskich pomiędzy osobami mieszkającymi po przeciwnych stronach przeszkody. Stopień tego ograniczenia jest związany z możliwościami technologiczno-organizacyjnymi pokonywania bariery. Nigdy jednak nie da się zaobserwować całkowicie niepokonywalnych barier. Nieco bardziej skomplikowana sytuacja występuje wtedy, gdy barierą jest czynnik kulturowy, np. przynależność etniczna, plemienna, państwowa lub wyznaniowa. Wówczas osobnicy, pomiędzy którymi istnieje tego typu bariera mogą mieszkać na tym samym terenie i obserwacja migracji nie da nam prawidłowego obrazu częstości wymiany genów. Uzyskujemy ją dopiero obserwując, jak często zawierane są małżeństwa pomiędzy członkami izolowanych przez daną barierę grup. Zatem izolacja u człowieka nie zawsze oznacza odizolowanie przestrzenne grup, a właściwą jej miarą jest nie liczba osobników wymienianych między grupami, ale liczba kojarzących się międzygrupowo małżeństw. W tym miejscu warto wprowadzić terminy: endogamia — na oznaczenie małżeństw zawieranych pomiędzy członkami tej samej grupy i egzogamia — małżeństwa pomiędzy członkami różnych grup, przy czym jeden z partnerów pochodzi z grupy, dla której egzogamię badamy.

Gdyby wymiana partnerów (a tym samym genów) odbywała się tylko pomiędzy dwiema grupami, wówczas informacja o frakcji małżeństw egzogamicznych byłaby wystarczająca dla opisania wymiany genów. Sytuacja taka nie jest jednak spotykana w rzeczywistości, zwykle bowiem granice pomiędzy grupami nie są ostre, dana grupa wymienia partnerów z wieloma innymi, przy czym częstość tej wymiany w odnie-

sieniu do każdej z grup może być inna. W celu zbadania tych skomplikowanych systemów wymiany genów trzeba stosować podejścia uproszczone — modelowe, uwzględniając tylko kilka spośród wielkiej liczby czynników, przy czym zgodnie ze schematem idealizacyjnym abstrahuje się wówczas od wpływu innych. Równocześnie modele takie pozwalają na liczbowe ujęcie regulatorów i efektów wymiany genów w języku rachunku prawdopodobieństwa. Nim przystąpimy do omawiania sytuacji modelowych należy wyjaśnić, że skuteczność wszystkich czynników izolujących zarówno barier geograficznych, jak i wspomnianych barier kulturowych oraz dystansu geograficznego pomiędzy wymieniającymi partnerów grupami możemy mierzyć nakładem sił i środków jakie trzeba przeznaczyć na ich pokonanie. Pokonanie odległości 1000 km na równinie może kosztować tyle samo wysiłku, co przebycie 10 km w tropikalnej dżungli. Nawiązanie kontaktu z partnerem tej samej narodowości i wyznania mieszkającym w innym mieście może wymagać tyle samo czasu i zabiegów co zdobycie partnera innej narodowości i wyznania mieszkającego w bezpośrednim sąsiedztwie. Jakkolwiek sytuacje w powyższych przykładach różnią się pod względem rodzaju wydatkowanych kosztów (energii) można umownie wprowadzić dla nich wspólną miarę określającą łatwość nawiązania kontaktów. Miarę taką nazwijmy po prostu „odległością". Mając powyższe na uwadze dla zilustrowania sposobów wymiany genów możemy posłużyć się modelami skonstruowanymi dla sytuacji, w których czynnikiem izolującym byłaby jedynie odległość geograficzna mierzona w jednostkach długości. Pierwszy, najprostszy model, zwany „wyspowym" dotyczy sytuacji, w której badana grupa zamieszkuje wyspę znacznie oddaloną od innych osiedli ludzkich (jest to ten sam model, o którym była już mowa w związku z pomiarem wsobności). W takich warunkach wszyscy partnerzy w małżeństwach egzogamicznych są tak bardzo odlegli pod względem genetycznym od ludności miejscowej, niezależnie od różnic pomiędzy sobą, że ich wpływ na pulę genów populacji miejscowej, nawet jeśli pojawiają się rzadko, będzie wyraźny. Ponieważ przede wszystkim zależy w tym modelu na opisaniu ilościowych, a nie jakościowych zmian w puli genowej populacji wyspy, całość małżeństw egzogamicznych można potraktować łącznie. Zauważmy, że mówiąc iż małżonkowie egzogamiczni pochodzą z bardzo dużej odległości, stwierdziliśmy tym samym, że indywidualne różnice w odległościach są nieistotne. Ostatecznie więc można stwierdzić, że w modelu wyspowym wszyscy imigranci pochodzą z populacji równie odległych od wyspy. Według tego modelu całkowity efekt wymiany genów można zatem mierzyć natężeniem egzogamii — frakcją imigrantów wśród osób zawierających małżeństwa. Obliczamy to w ten właśnie sposób, a nie frakcją małżeństw egzogamicznych w ogólnej liczbie małżeństw, ponieważ interesuje nas frakcja genów wniesionych przez przybyszów. Jeżeli np. na omawianej wyspie zawarto 10 małżeństw, z czego dwa były egzogamiczne to frakcja małżeństw egzogamicznych wynosi 0,2. Tymczasem spośród genów wniesionych do tych małżeństw przez 20 osobników tylko dwa komplety pochodzą od osób spoza wyspy. Ich udział wynosi więc 0,1 i ta właśnie liczba wyraża nasilenie wymiany genów; określa się ją mianem współczynnika migracji m.

Położenie populacji ludzkiej w sytuacji opisanej powyższym modelem jest zdarzeniem rzadkim, nawet w odniesieniu do narodów wyspiarskich. Modelem, który

realizuje się w rzeczywistości częściej, jakkolwiek również nie dotyczy sytuacji najpospolitszej, jest model liniowego rozmieszczenia grup ludzkich wymieniających ze sobą geny. Takie w przybliżeniu rozmieszczenie spotykane jest w dolinach górskich lub wzdłuż brzegów rzek i mórz, jeżeli wnętrze lądu pozostaje nie zasiedlone. Przy opisywanym sposobie rozmieszczenia populacji zachodzi między nimi wymiana genów dająca się ująć w dwóch sytuacjach modelowych. Pierwsza z nich, zwana

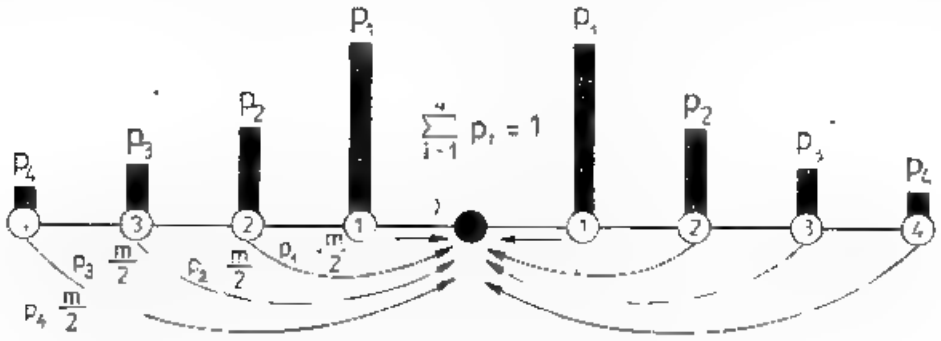
Ryc. 3.2.3. „Schodkowy" jednowymiarowy model wymiany genów

modelem „schodkowym", polega na tym, że partnerzy wymieniani są tylko pomiędzy grupami bezpośrednio sąsiadującymi. W jednym pokoleniu zatem natężenie wymiany genów (m) rozkłada się na wartości $0{,}5\,m$ w stosunku do każdej z dwu sąsiadujących grup. Ponieważ grupy sąsiadujące wymieniają w ten sam sposób partnerów ze swoimi sąsiadami, w ciągu dwóch pokoleń możliwe jest dojście do rozpatrywanej populacji genu z grupy o drugim rzędzie sąsiedztwa. Natężenie tego przepływu można obliczyć następująco: zakładamy że wymiana partnerów pomiędzy daną miejscowością a jej pierwszym prawym i pierwszym lewym sąsiadem oraz między pierwszym i drugim sąsiadem po każdej stronie ma to samo natężenie równe m 2, co tym samym oznacza, że w jednym pokoleniu wymieniani są partnerzy tylko pomiędzy bezpośrednimi sąsiadami. W drugim pokoleniu wymiana genów pomiędzy grupą badaną a bezpośrednimi sąsiadami jest oczywiście ilościowo taka sama, ale trzeba zauważyć, że wśród otrzymywanych genów znajduje się pewna liczba takich, które w poprzednim pokoleniu drogą imigracji dostały się do miejscowości 1 z miejscowości 2. Liczba ta wynosi $m/2$, w związku z czym w puli genów miejscowości 1 w drugim pokoleniu znajdować się będzie proporcja $m/2$ genów z miejscowości 2. Ponieważ w drugim pokoleniu grupa 1 oddaje grupie obserwowanej $m/2$ część swojej puli genów, to można oczekiwać, że w tej liczbie znajdować się będzie frakcja m 2 genów z grupy 2, zatem ostatecznie do badanej miejscowości z grupy 2 wpłynie w drugim pokoleniu $m/2$ razy $m/2$, czyli $m^2/4$ część puli genów. Podobnie można obliczyć dopływ genów z miejscowości o dowolnym rzędzie sąsiedztwa, po dowolnej liczbie pokoleń. Rachunki są wtedy jednak o wiele bardziej skomplikowane, nie będziemy więc ich tu przytaczać. Warto jedynie zapamiętać, że natężenie wymiany genów w nieskończonej liczbie pokoleń zależy odwrotnie proporcjonalnie od odległości między miejscowościami (rzędu sąsiedztwa) i wprost proporcjonalnie od natężenia egzogamii. Warto również zauważyć, że dla zbliżenia modelu do rzeczywistości możliwe jest przyjmowanie nie założonego, jednolitego dla wszystkich grup stopnia egzogamii, ale zróżnicowanego zgodnie z faktami pośrednio lub bezpośrednio świadczącymi o natężeniu egzogamii.

Znaczenie tego modelu jest bardziej teoretyczne niż praktyczne. Służy ono uświadomieniu, że mimo wymiany partnerów tylko przez niektóre miejscowości, w terenie zasiedlonym w sposób ciągły istnieje, przy dostatecznej liczbie pokoleń,

wymiana genów pomiędzy wszystkimi grupami, a jej natężenie zależy odwrotnie proporcjonalnie od odległości między grupami, a wprost proporcjonalnie od natężenia egzogamii.

Modelem znacznie lepiej opisującym sytuację rzeczywistą jest taki, gdzie przy identycznym jak poprzednio rozmieszczeniu ludności wymiana partnerów zachodzi pomiędzy daną miejscowością a osiedlami o różnym względem niej rzędzie sąsiedztwa, przy czym prawdopodobieństwo znalezienia partnera z osiedla sąsiadującego maleje wraz z jego odległością od obserwowanej miejscowości i (ryc. 3.2.4).

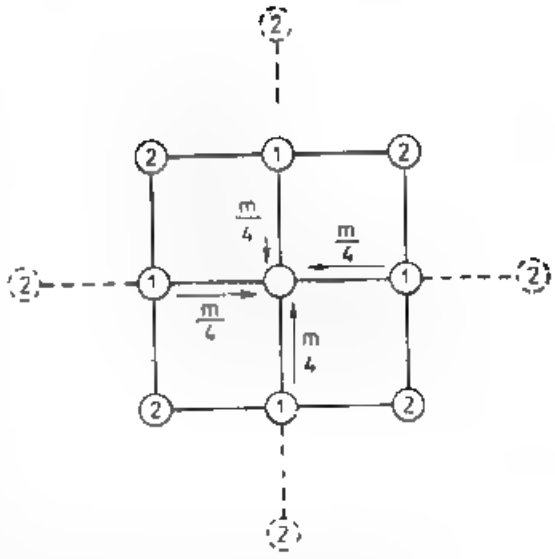


Ryc. 3.2.4. Jednowymiarowy model ciągłej wymiany genów

W takiej sytuacji wymiana genów odbywa się zarówno pośrednio w sposób opisany w poprzednim modelu, jak i bezpośrednio. Oznacza to, że np. pewna frakcja genów z miejscowości 3 może dotrzeć do miejscowości badanej po kilku pokoleniach drogą „schodkową", ale równocześnie w ciągu życia jednego pokolenia dociera frakcja $p_3 m$ z obu miejscowości 3. p_3 oznacza tu prawdopodobieństwo znalezienia partnera z miejscowości o danym rzędzie sąsiedztwa, m jest jak poprzednio natężeniem egzogamii. Warto zauważyć, że suma iloczynów $p_i m/2$ dla wszystkich miejscowości równa jest wartości m.

Liniowo rozmieszczenie osiedli ludzkich, w których mogą realizować się opisane ostatnio modele, jak już wspomniano, nie jest sytuacją typową w przypadku większości grup ludzkich. Grupy takie rozmieszczone są zwykle mniej lub bardziej równomiernie na powierzchni terytorium, a więc w dwu wymiarach, a nie jak poprzednio w jednym wymiarze. Zdarzają się oczywiście sytuacje częściowo odbiegające od dwuwymiarowości, np gdy badana miejscowość leży przy brzegu morskim lub przy izolującej granicy administracyjnej, wówczas pozostaje jej mieszkańcom możliwość wymiany partnerów wzdłuż bariery izolacyjnej oraz w głąb terytorium — rozmieszczenie „półtorawymiarowe". Pomijając tu wypadki szczególne, prawie zawsze możemy znaleźć dla badanej grupy ze wszystkich jej stron sąsiadów wymieniających z nią partnerów. Zanim przejdziemy do omówienia modelu, w którym uwzględnione są wszystkie osiedla sąsiadujące z badanym, omówimy najprostszy z modeli „dwuwymiarowych" odpowiadający swoimi założeniami modelowi „jednowymiarowemu schodkowemu". Przedstawiony na rycinie 3.2.5 model różni się od jednowymiarowego tym, że całość otrzymywanych w jednym pokoleniu genów pochodzi nie z dwóch, a z czterech miejscowości bezpośrednio sąsiadujących z miejscowością obserwowaną. Tym samym frakcja genów wymie-

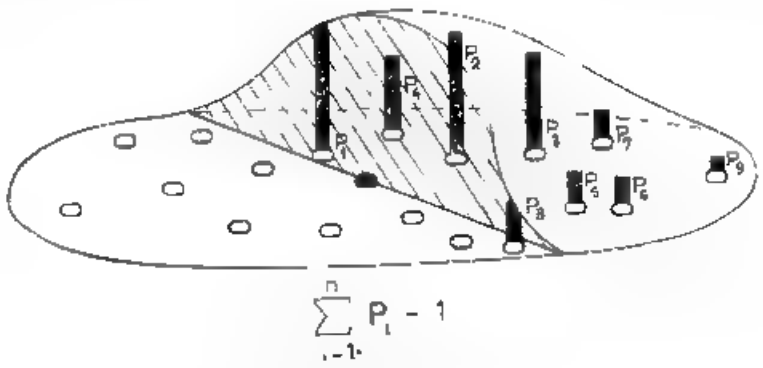
nianych z każdą z miejscowości 1 równa jest $m/4$. W pierwszym pokoleniu kiedy miejscowość badana przyjmować będzie geny od wszystkich miejscowości 1, te otrzymują po $m/4$ od każdej z miejscowości z nimi sąsiadujących, tzn. każda od trzech miejscowości oznaczonych 2 i od miejscowości badanej. Zatem w drugim pokoleniu grupa badana może otrzymać geny od dowolnej miejscowości 2, we frakcji $m^2/16$ (sposób obliczania analogiczny jak w modelu jednowymiarowym). Po wystarczająco dużej liczbie pokoleń grupa badana może otrzymać geny z dowolnej odległości.



Ryc. 3.2.5. Dwuwymiarowy „schodkowy" model wymiany genów

Ze względu na zastrzeżenia, które uczyniliśmy omawiając jednowymiarową wymianę genów, za bliższy rzeczywistości należy uważać taki model dwuwymiarowy, w którym w każdym pokoleniu badana grupa może wymieniać partnerów z dowolnym sąsiadem, jakkolwiek prawdopodobieństwo takiej wymiany maleje wraz z odległością. Graficznie sytuację taką przedstawia rycina 3.2.6, na której zaczernione słupki oznaczają wspomniane prawdopodobieństwa p_i, gdzie i jest wskaźnikiem rzędu sąsiedztwa. Takie punkty, dla których prawdopodobieństwa wymiany partnerów są równe leżą w jednakowej odległości od miejscowości badanej na obwodzie okręgu (jest to sytuacja „idealna"). Rysunek przedstawia sytuację przeciętną, w której punkty rozsiane są po terenie jedynie w przybliżeniu równomiernie. Podobnie jak założenia, tak i końcowe uwagi dotyczące jednowymiarowej wersji tego modelu pozostają w mocy.

W świetle rozważanych sytuacji modelowych, które z różną dokładnością przybliżyły rzeczywisty stan wzajemnego odizolowania grup ludzkich, zjawisko izolacji ma charakter względny. Oznacza to, że przy dostatecznie dużej liczbie pokoleń, nawet minimalne współczynniki migracji zapewniłyby ujednolicenie pul genowych, gdyby izolacja była jedynym czynnikiem odpowiedzialnym za zróżnicowanie genetyczne populacji ludzkich. Należy więc zastanowić się jakie czynniki powodują,



Ryc. 3.2.6. Dwuwymiarowy model ciągłej wymiany genów

że w rzeczywistości obserwujemy wyraźne różnice genetyczne pomiędzy populacjami różnych regionów świata. Przypomnijmy to, co mówiliśmy o zjawiskach adaptacji. Różnice międzypopulacyjne w pulach genów są odbiciem przystosowania tych populacji do konkretnych warunków, a odpowiedzialny za ich wytworzenie jest dobór naturalny. Mówiliśmy już, że zmiana adaptacyjna może pojawić się jedynie w szeregu pokoleń, a adaptująca się grupa przez wiele pokoleń podlegać musi działaniu określonych nacisków. Gdyby w każdym pokoleniu wszystkie geny, na skutek migracji, podlegały wymianie o nieograniczonym zasięgu, lokalnie działający czynnik selekcyjny nie mógłby wywrzeć efektu zmiany kierunkowej, ponieważ w każdym pokoleniu miałby do czynienia z innymi, nowymi w tych warunkach genotypami. Genotypy wyselekcjonowane (zaadaptowane) do warunków lokalnych, na skutek migracji, reprodukowałyby się w innych warunkach o odmiennych wymaganiach przystosowawczych. Zatem, jakkolwiek nie istnieje bezwzględna izolacja, wszystkie czynniki ograniczające wymianę genów stwarzają niezbędne dla działania doboru naturalnego, względnie ustabilizowane w czasie pule genów. Izolacja nie jest więc warunkiem wystarczającym do wywołania zróżnicowania genetycznego populacji ludzkich, jest jednak dla niego warunkiem koniecznym. Wystarczy w tym celu izolacja względna, która przy rozmieszczeniu grup naszego gatunku w różnej od siebie odległości i przy ograniczonych możliwościach technologiczno-organizacyjnych istnieje do dziś.

Rozdział trzeci

Rasogeneza

Rozpatrując procesy powstania ras należy mieć na uwadze całokształt procesów ewolucyjnych prowadzących do zróżnicowania się jednolitego pierwotnie gatunku. Procesy rasotwórcze prowadzą do rozpadu gatunku na względnie izolowane grupy lokalne i w tej sytuacji w każdej nowo powstałej grupie, w wyniku działania czynników lokalnego środowiska selekcja naturalna zaczyna kształtować ich pule genetyczne w odmiennych kierunkach. W efekcie niejednokierunkowego działania selekcji naturalnej, w ciągu jakiejś liczby pokoleń wystąpią różnice między grupami w ich składach genetycznych. W tym czasie wykształcają się więc rozmaite różnice w cechach fenotypowych. Proces rasogenezy ma więc wybitnie charakter adaptacyjny, a jego tempo zależeć będzie od:

1) czasu trwania i stopnia izolacji międzygrupowej,

2) zróżnicowania warunków środowiskowych terenów zajmowanych przez grupy ludzkie,

3) stopnia adaptacji kulturowej do nowych warunków środowiska,

4) poziomu równowagi selekcyjno-migracyjnej względem cech migrantów.

Teoretycznie, a w niektórych sytuacjach praktycznie, przemiany puli genetycznej w grupach warunkowane być mogą — obok selekcji naturalnej — również przez dryf genetyczny, a zróżnicowanie genotypowe i fenotypowe, będące wynikiem działania tego czynnika, nie będą już miały charakteru adaptacyjnego.

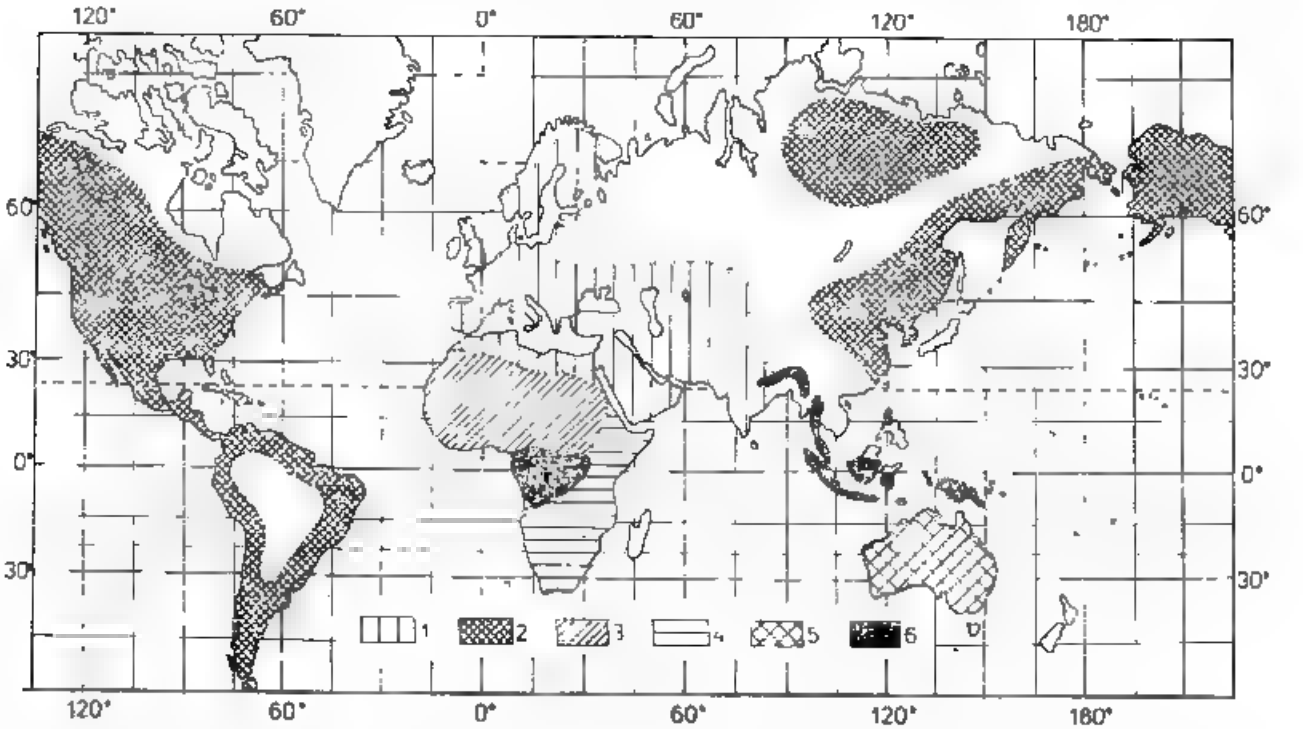
Do pewnego momentu, to jest do okresu kiedy nie wystąpi jeszcze utrata zdolności do wzajemnego krzyżowania i wydawania na świat płodnego potomstwa, proces rasogenezy może być odwracalny. Z powodu migracji grupy lub jej części i przełamania barier izolacyjnych następuje powolne krzyżowanie się wcześniej izolowanych populacji, a w wyniku tego zjawiska może następować niwelowanie wytworzonych uprzednio różnic rasowych.

Gatunek *Homo sapiens sapiens* powstał prawdopodobnie w efekcie przemian ewolucyjnych zachodzących w pewnej liczbie spokrewnionych populacji rozmieszczonych na terytorium Starego Świata. Zachodzące w nim przemiany ewolucyjne doprowadziły do znacznego zróżnicowania rasowego, na skutek tego, że rozszerzył on znacznie swoje rozmieszczenie geograficzne, zajmując większość do-

stępnych terenów na kuli ziemskiej. W przypadku gatunku ludzkiego często stawia się pytanie czy współczesne zróżnicowanie rasowe człowieka należy rozważyć jedynie w stosunku do form *Homo sapiens sapiens*, czy też rozpoczęło się ono już na niższych szczeblach procesu antropogenezy?

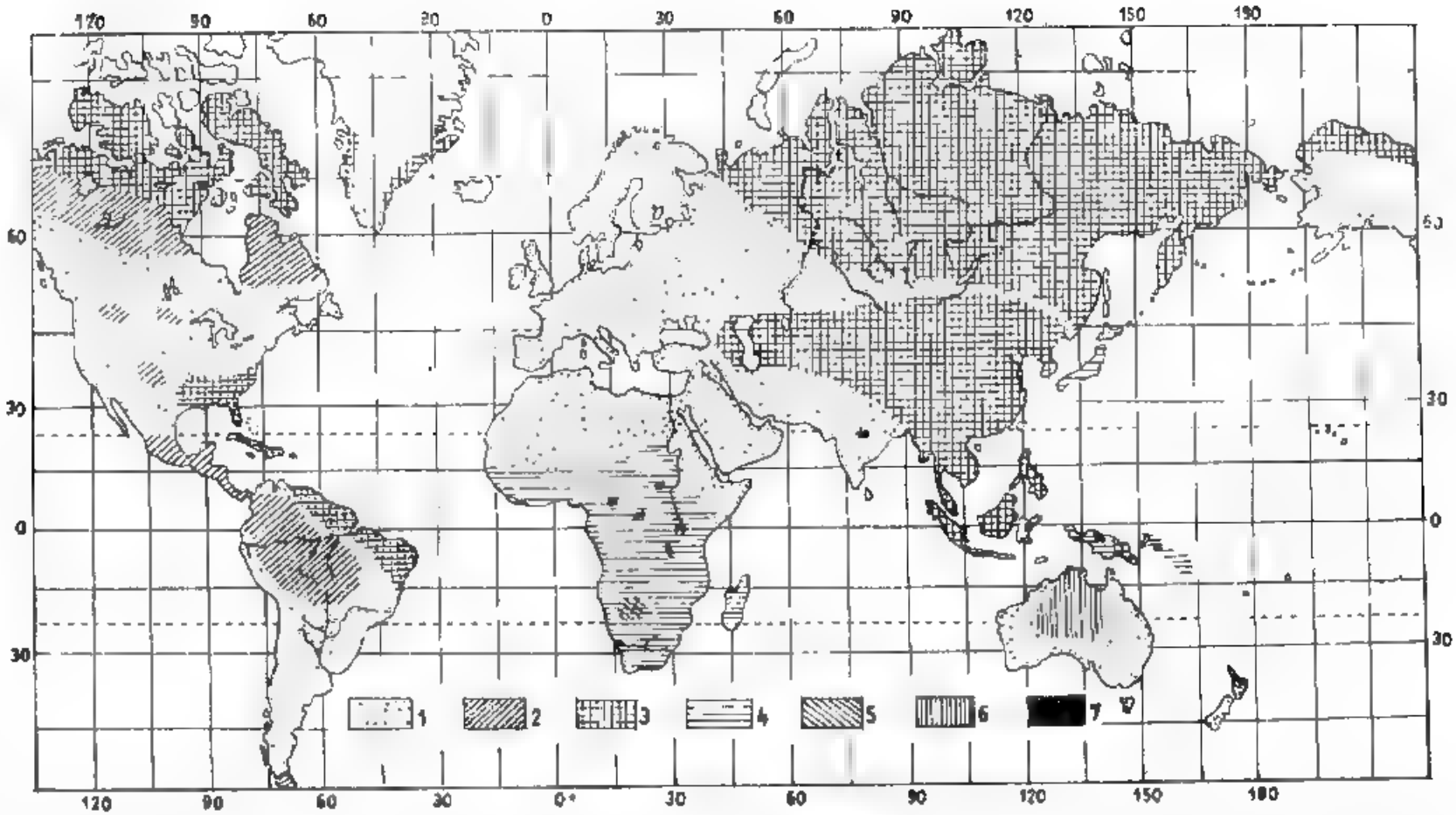
W ujęciu kierunku policentrycznego, współcześnie istniejące rasy ludzkie wyprowadza się od populacji paleohominidów (*Homo erectus* bądź *Homo sapiens neanderthalensis*) ewoluujących niezależnie w różnych centrach na kuli ziemskiej. Na podstawie porównań różnych szczegółów cech budowy morfologicznej czaszki zebrano argumenty za tym, że przedstawiciele współczesnych ras posiadają ciągle jeszcze cechy typowe dla znalezisk paleohominidów odnalezionych na terytoriach zamieszkałych przez te rasy.

Zwolennicy kierunku monocentrycznego sądzą natomiast, że *Homo sapiens sapiens* powstał na stosunkowo dużym terytorium obejmującym zachodnią i centralną Azję oraz północno-wschodnią Afrykę. Zamieszkujące to terytorium grupy krzyżowały się dość intensywnie wzbogacając swoje pule genowe i później, na skutek różnokierunkowego działania biologicznych i kulturowych czynników ewolucyjnych, dały one początek rasom współczesnego człowieka. Grupy te na wczesnych etapach rozwoju cechowała swoista morfologia, różna od morfologii współczesnych ras. Cechy współczesnych ras występowały więc w tych grupach w bardzo rozbieżnych kombinacjach i w swojej obecnej formie wykształciły się na skutek ich uszeregowania przez dobór naturalny, a w niektórych przypadkach powstały przypadkowo jako efekt dryfu genetycznego. W niektórych ujęciach kierunku monocentrycznego zakłada się, że każda pradziejowa grupa lokalna była, lub



Ryc. 3.3.1. Rozmieszczenie ras ludzkich w okresie mezolitu (na podstawie pracy W. W. Howellsa *The Distribution of Man*, Scientific American)

1 — populacje europejskie, *2* — populacje azjatyckie, *3* — populacje afrykańskie, *4* — populacje Buszmenów, *5* — populacje Australijczyków, *6* — populacje Pigmejów



Ryc. 3.3.2. Rozmieszczenie ras ludzkich w czasach współczesnych (na podstawie pracy W. W. Howellsa *The Distribution of Man*, Scientific American)

1 — populacje europejskie (lub pochodzenia europejskiego), *2* — populacje pochodzenia azjatyckiego, *3* — populacje azjatyckie, *4* — populacje afrykańskie, *5* — populacje Buszmenów, *6* — populacje Australijczyków, *7* — populacje Pigmejów

Tabela 3.3.1. Niektóre cechy gatunku ludzkiego wykazujące związek z właściwościami klimatycznymi stref ekologicznych

Cecha	Czynnik klimatyczny	Region geograficzny lub grupa etniczna	Liczba zbadanych grup	Wartość współczynnika korelacji	Autor danych
1	2	3	4	5	6
Pigmentacja skóry	natężenie promieni ultrafioletowych	Europejczycy	—	+0,70	
		Mongołowie	—	+0,41	
		Indianie	—	+0,50	
Kształt nosa	średnia temperatura lata	kula ziemska	146	+0,63	Thomson, Buxton (1923)
		„	500	+0,60	Davies (1932)
		kula ziemska (dane kraniologiczne)	60	+0,52	Thomson, Buxton (1923)
		Europa	52	+0,77	Davies (1932)
		Afryka	170	+0,81	„
		Ameryka Północna i Południowa	61	+0,68	„
	intensywność parowania	kula ziemska	150	+0,82	Weiner (1954)
Ciężar ciała	średnia roczna temperatura	Ameryka Północna	—	−0,46	Newman, Munro (1955)
	średnia temperatura czerwca	„	—	−0,31	„
	średnia temperatura stycznia	„	—	−0,53	„
	średnia roczna temperatura	Europejczycy	20	−0,76	Roberts (1953)
		Mongołowie	29	−0,42	„
		Indianie	16	−0,49	„
Wysokość ciała	średnia roczna temperatura	kula ziemska	110	−0,35	„
	średnia temperatura miesięcy zimowych	Ameryka Północna (Indianie)	60	−0,47	Newman (1960)
	maksymalna temperatura	Afryka (Sahara)	312	+0,45	Hiernaux (1968)
Powierzchnia ciała	średnia roczna temperatura	Ameryka Północna	—	−0,36	Newman, Munro (1955)
	średnia temperatura stycznia	„	—	−0,44	„
	średnia temperatura czerwca	„	—	−0,22	„
Obwód klatki piersiowej	średnia roczna temperatura	kula ziemska	133	−0,58	Roberts (1973)

cd. tabeli 3.3.1

1	2	3	4	5	6
Szerokość twarzy	średnia rocznych opadów	Afryka (Sahara)	160	−0,41	Hiernaux (1968)
	minimalne opady	„	160	+0,31	„
Szerokość głowy	maksymalna temperatura	„	189	−0,33	„
	minimalne opady	„	189	+0,28	„

potencjalnie mogła być, w prostej linii populacją macierzystą dla współczesnych ras lokalnych.

Proces rasogenezy, bez względu na to czy będziemy przyjmowali moment jego rozpoczęcia na poziomie paleohominidów, czy dopiero od chwili powstania *Homo sapiens sapiens*, przebiegał na skutek działania na populacje ludzkie wielu czynników wynikających z nakładania się na siebie procesów transmisji informacji i oddziaływania środowiska. W tym ujęciu procesu rasogenezy, termin rasa czy też proces ewolucji ras nie mogą być odnoszone do poszczególnych osobników, gdyż mechanizmy adaptacyjne mogą działać jedynie w odpowiednio uporządkowanych zbiorach osobników, zajmujących określoną przestrzeń, które można nazywać populacjami. Można sądzić, że ze względu na zróżnicowanie systemów adaptacyjnych nie wszystkie wczesne populacje ludzkie „brały udział" w procesie rasogenezy lub też, że partycypowały w tym procesie tylko w niewielkim stopniu. Spośród przyczyn takiego „wyłączania" niektórych grup z tego procesu w pierwszym rzędzie należałoby brać pod uwagę te, które warunkowały różnice w stopniu przystosowania grup ludzkich do całokształtu warunków środowiska. Zwraca się uwagę, że dobrym przykładem takiego stanu mogą być różnice w stopniu przystosowania poszczególnych populacji „neandertalskich" czy np. redukcja wielkości i zasięgu terytorialnego niektórych ras ludzkich w okresie od paleolitu do czasów historycznych (Pigmejów, Buszmenów, Indian itp.).

Przez bardzo długi czas swojego istnienia człowiek pozostawał na szczeblu gospodarki przedrolniczej i w ramach zbieracko-łowieckiego systemu gospodarczego oraz odpowiadających mu form organizacji społecznej i systemu technologicznego; odbywał się nie tylko proces antropogenezy, ale także rasogenezy. Najstarsze znane szczątki ludzkie, nie różniące się pod względem szczegółów budowy morfologicznej od cech właściwych dla człowieka dzisiejszego, datowane są na około 35–40 tys. lat. Przyjmuje się zatem, że *Homo sapiens sapiens* rozpowszechniony na 3 kontynentach Starego Świata istnieje już co najmniej od 40 tys. lat. Przyjąć można, że okres, w którym populacje ludzkie gatunku *Homo sapiens sapiens* zaczęły się różnicować na rasy przypada 150–50 tys. lat temu. Między więc pierwszymi zaczątkami systemu kulturowego przypisywanego *Homo sapiens* a rewolucją rolniczą w neolicie (około 10 tys. lat temu), gatunek ludzki rozprzestrzenił się po kuli ziem-

Tabela 3.3.2. Niektóre cechy gatunku ludzkiego wykazujące zróżnicowanie międzypopulacyjne o określonym przypuszczalnie znaczeniu adaptacyjnym (według różnych autorów)

Cecha	Czynnik środowiskowy wywołujący selekcję naturalną	Przypuszczalne znaczenie adaptacyjne cechy
1	2	3
Wysokość ciała	zasobność pokarmowa środowiska w przypadku ludów zbieracko-łowieckich	ogólna wielkość organizmu związana jest z dobowym zapotrzebowaniem kalorycznym; przy okresowych niedoborach żywności osobnicy o dużej masie ciała w większym stopniu nie zaspokajają zapotrzebowania kalorycznego — Walter (1974)
Gracylna budowa szkieletu	zasobność środowiska w mikroelementy	w strefach lasu tropikalnego występował brak wapnia i fosforu, zapotrzebowanie na te mikroelementy osobników o gracylnej budowie szkieletu było mniejsze — Marrett (1936)
Wysokość ciała, kształt i wielkość puszki mózgowej, części twarzowej czaszki	brak lub występowanie w glebie niektórych mikroelementów	osobnicy o określonych wariantach cech morfologicznych są bardziej lub mniej odporni na zmiany patologiczne wynikające z braku w glebie (w pożywieniu) mikroelementów — Alekseeva (1979)
Proporcje ciała ludów pustynnych i stepowych	system gospodarczo społeczny tych populacji	smukła budowa ciała i długie kończyny dolne warunkowały lepszą zdolność do przemieszczania się w terenie przy okazji polowań — Coon (1965)
Mały względny ciężar ciała i smukła budowa kończyn u ludów ze stref o klimacie gorącym	wysoka temperatura powietrza	zwiększa stosunek powierzchni ciała do jego objętości, przez co ułatwia utratę nadmiaru ciepła przez parowanie potu i wypromieniowywanie — Coon (1965)
Wąski nos u ludów ze stref o klimacie chłodnym lub suchym	zimne, suche powietrze	zapobiega wysychaniu błony śluzowej przewodów nosowych, ułatwia nagrzewanie i nawilżanie wdychanego powietrza — Coon (1965)
Płaskość twarzy u ludów odmiany żółtej	mroźne powietrze	zmniejsza wystawanie nosa na zewnątrz twarzy i ryzyko jego odmrożenia, obfita podściółka tłuszczowa twarzy (okolicy jarzmowej) chroni przed wyziębieniem zatoki szczękowej — Coon, Garn, Birdsell (1950)
Proporcje budowy kończyny górnej i dłoni	wysoka temperatura powietrza i duża wilgotność oraz niska temperatura powietrza	odpowiednie proporcje tych części ciała mają znaczenie przy termoregulacji — Coon (1965)

cd. tabeli 3.3.2

1		
Ciemna pigmentacja skóry u ludów ze stref tropikalnych	duże natężenie promieniowania ultrafioletowego w promieniach słonecznych	warstwa melaniny chroni skórę (jej głębsze warstwy) przed patogennym działaniem promieni UV — Coon (1965)
Jasna pigmentacja skóry u ludów północnej i środkowej Europy	dużo dni pochmurnych w ciągu roku, niedostatek światła słonecznego	skąpość melaniny ułatwia przenikanie promieni UV, co ułatwia syntezę witaminy D
Włosy fil-fil u Buszmenów i innych ludów	wysoka temperatura powietrza	przez małe nagie pola, nie osłonięte włosami następuje utrata ciepła i parowanie potu
Steatopygia	okresowe niedostatki żywności	nagromadzony na pośladkach tłuszcz stanowi rezerwę pokarmową (zwłaszcza dla kobiet w okresie ciąży)
Mongolska oprawa oka	mroźne powietrze, rażący blask światła słonecznego w otwartym zaśnieżonym krajobrazie	silnie rozwinięta podściółka tłuszczowa chroni narząd łzowy i gałkę oczną przed zimnem; wąska szpara oczna chroni siatkówkę oka przed rażącym blaskiem
Wełniste włosy u Murzynów afrykańskich	ostre światło słoneczne i gorące powietrze	powietrze między silnie skręconymi włosami tworzy warstwę izolacyjną — Coon (1967)
Właściwości grupowe krwi	występowanie bakterii i wirusów różnych chorób	posiadanie określonej grupy krwi stanowi o wyższej odporności osobników na niektóre choroby
	zasobność pokarmowa środowiska	osobnicy z grupą krwi *A* lepiej „znoszą" dietę o wysokim udziale białka zwierzęcego i tłuszczu, a z grupą *B* dietę z dużym udziałem węglowodanów — Kelso, Armelagos (1967)
Anemia sierpowata	występowanie pasożytów krwi (malaria)	nieprawidłowość budowy krwinek chroni organizm przed pasożytami krwi
Kompleksy cech fizjologicznych zapewniających funkcje układu oddechowego i krążenia	zawartość tlenu w powietrzu atmosferycznym	w wysokogórskich strefach klimatycznych przy mniejszej zawartości tlenu bardziej „sprawni" okazują się osobnicy o określonych wariantach cech fizjologicznych — Mong (1948)

skiej i zróżnicował na rasy. W ramach zbieracko-łowieckiego systemu gospodarczego, w zależności od lokalnych źródeł żywności, grupy ludzkie zorganizowane były w koczownicze lub półkoczownicze hordy, składające się zazwyczaj z kilkunastu rodzin tworzących częściowo endogamiczne struktury plemienne. Konieczność codziennego zbierania żywności przez te grupy żyjące w bardzo różnych środowiskach przyrodniczych doprowadziła do wykształcenia się różnych sposobów polowań, limito-

wała zakres zbieractwa czy też różnych — w ujęciu szczegółowym — struktur społecznych. Na tym poziomie rozwoju ekologiczno-kulturowego „konieczność" reagowania na czynniki środowiska poprzez zmiany składu genetycznego grup ludzkich (np. na skutek zasiedlenia nowych terytoriów) musiała być stosunkowo duża. Dowodów na taki stan rzeczy dostarczają badania związków między właściwościami środowiska przyrodniczego a wariantami cech morfologicznych i fizjologicznych, a także sposobności do selekcji naturalnej. Ich wyniki wskazują na istnienie u ras ludzkich zmienności przystosowawczej, a także na to, że czynnikami ją wywołującymi była selekcja naturalna i przepływ genów, a niekiedy także dryf genetyczny. Dużą uwagę zwraca się na istnienie związków między strefami klimatycznymi zamieszkałymi przez grupy ludzkie a występującymi u nich cechami morfologicznymi. Zwrócono uwagę na szereg zależności między wilgotnością i temperaturą właściwą danym strefom klimatycznym a intensywnością pigmentacji włosów, oczu, powierzchni ciała i jego proporcjami, budową twarzy, nosa, kształtem włosów itp. czy też między cechami fizjologicznymi takimi, jak szybkość przemiany materii, odporność skóry na promieniowanie ultrafioletowe, wydalanie potu, stan fizjologiczny krwi itp. Uznano, że zróżnicowanie międzypopulacyjne pod względem wymienionych cech morfologicznych i fizjologicznych powstało na skutek preferowania przez selekcję naturalną pewnych wariantów tych cech, najbardziej stosownych w danych strefach klimatycznych. Sądzi się więc, że selekcja naturalna i dryf genetyczny były istotnymi czynnikami zmieniającymi pulę genów w różnych populacjach lokalnych, a ich efekty były tym silniejsze, im mniejsze i bardziej izolowane były grupy ludzkie Proces tworzenia się ras był więc kierunkową, określoną przez dobór naturalny, a częściowo przypadkową zmianą pul genetycznych poszczególnych populacji. Jednakże dowody na istnienie zmienności przystosowawczej w różnych populacjach ludzkich nie dają nam jednoznacznej odpowiedzi na to, jaką wartość adaptacyjną posiadają poszczególne cechy wykazujące zróżnicowanie międzygrupowe (tj. mające znaczenie dla diagnozy rasowej) oraz jaki był mechanizm ich wykształcenia i utrwalania na skutek działania doboru naturalnego. Nie ma pewności czy np. ciemną pigmentację skóry łączyć należy z odpornością na natężenie promieniowania ultrafioletowego, czy też z jakimś innym czynnikiem, bowiem pigmentacja skóry połączona bywa zazwyczaj z pigmentacją włosów i oczu, która nie ma związku z właściwościami klimatycznymi. Również silne skręcenie włosów tłumaczy się często ich swoistymi właściwościami w klimacie tropikalnym (zatrzymują warstwę powietrza między skręconymi kępami włosów, chroniąc tym samym przed przegrzaniem puszkę mózgową), podczas gdy równie często występują one w podobnej formie u ludów zamieszkujących tereny stepowe i lesiste. Można by przytoczyć także fakt, że według niektórych wysokość ciała jest silnie skorelowana z warunkami klimatycznymi, gdy inni wykazali duże zróżnicowanie tej cechy w obrębie tych samych stref klimatycznych.

Szukanie współzależności między fenotypowymi wariantami cech morfologicznych a warunkami środowiska przyrodniczego nie zawsze więc daje oczekiwane rezultaty i tylko w pewnym stopniu okazuje się użyteczne dla poznania procesów rasogenezy. Należy stwierdzić, że skład genetyczny grup lokalnych był w historii

Tabela 3.3.3. Rozmieszczenie ludności według stref klimatycznych według danych z 1961 roku

Strefy	Procent ludności	Gęstość zaludnienia na 1 km²
Półkula północna	91	27
strefa zimna	—	—
strefa umiarkowana	72	32
strefa gorąca	19	22
Półkula południowa	9	8
strefa umiarkowana	2	5
strefa gorąca	7	9

Tabela 3.3.4. Pionowe rozmieszczenie ludności w % na kuli ziemskiej według danych z 1950 roku

Wysokość n.p.m. w m	Europa	Azja	Afryka	Ameryka Północna	Ameryka Południowa	Australia i Oceania
do 200	69,0	58,5	33,5	47,6	42,5	77,2
200 - 500	23,5	22,5	24,0	33,0	14.1	15,0
500 1000	7,0	11,6	21,0	7,6	24,4	7,1
1000 - 1500	0,5	4,6	13 0	4,0	4,5	0,7
1500 - 2000	—	2,0	6,6	3,9	3,8	—
200 i więcej	—	0,8	1,9	3,9	10,7	—

Tabela 3.3.5. Zależność między grupami krwi a różnymi chorobami (wg F. Vogla, 1961)

Nazwa choroby	Ogólna liczba zbadanych pacjentów	Procent o jaką część ej występuje dana choroba u osobników z grupą krwi x w stosunku do grupy y		
		grupa x	%	grupa y
Wrzód dwunastnicy	8416	O	36	A
		O	41	B
		O	35	AB
		O	38	$A + B + AB$
Wrzód żołądka	3999	O	16	A
		O	19	$A + B + AB$
Rak żołądka	6795	A	19	O
		A	19	B
Rak macicy	7705	A	15	O
		B	4	O
Złośliwa anemia	1498	A	26	O
Cukrzyca	2150	A	16	O
Rak odbytnicy	3040	A	16	O
Rak płuc	2516	A	9,6	O
Rak piersi	2020	A	10	O

gatunku ludzkiego kontrolowany zarówno przez zespół czynników biologicznych, jak i kulturowych, uporządkowanych w określone systemy adaptacyjne. Można oczekiwać, że zbieracko-łowiecki sposób pozyskiwania energii był właśnie najprostszym kulturowym systemem adaptacyjnym i jakkolwiek pozwalał na kontrolę czynnikom kultowym tylko niewielkiego wycinka związków pomiędzy populacjami

Ryc. 3.3.3. Rozmieszczenie i zasięg terytorialny populacji o zbieracko-łowieckich systemach kulturowych około 1500 roku n.e. (na podstawie danych z opracowania R. C. West (1966))

ludzkimi a środowiskiem, to jednak zapewniał określoną dynamikę biologiczną tym populacjom.

Jeżeli procesy rasotwórcze zachodziły głównie w ramach zbieracko-łowieckiego systemu kulturowego, to proces ten na różnych terenach przebiegał w różnym tempie i różnym czasie, gdyż jeszcze w XIX wieku n.e. niektóre marginalne strefy ekumeny ludzkiej zamieszkiwane były przez tylko częściowo akulturowane grupy łowców i zbieraczy. Na podstawie rozmieszczenia grup ludzkich, różniących się cechami morfologicznymi, w różnych okresach chronologicznych, a wydzielanych na podstawie poziomu rozwoju ekologicznego i kulturowego, można przyjąć, że na niektórych terytoriach Europy, Afryki i Azji procesy rasotwórcze osiągnęły punkt kulminacyjny około 10 tys. lat temu. Po tym okresie tzw. „nowe rasy" — jak ujmuje się to w niektórych systemach klasyfikacyjnych — powstały już tylko w wyniku zmieszania się różnych „ras czystych". W tej sytuacji stopień zróżnicowania wewnątrzgatunkowego niektórych cech morfologicznych w tych nowych rasach jest o wiele większy. Ze względu na znaczną komplikację mechanizmów tworzenia się ras w ramach gatunku ludzkiego, potęgowaną wykształcaniem się i komplikowaniem kultury w różnym stopniu i w różnym czasie na poszczególnych kontynentach i ich częściach, podejmowanie prób zestawiania rodowodów ras staje się bardzo trudne. Jeżeli przyjmiemy, że zróżnicowanie rasowe powstało w efekcie różnic międzypopulacyjnych w wyposażeniu informacyjnym, to musimy mieć na uwadze fakt, że kontakty międzygrupowe doprowadzały często do „zderzeń"

między grupami o różnych zestawach informacji, w efekcie których powstawały nowe społeczności biologiczne.

Ważne w procesie rasogenezy wydaje się również i to, że poszczególne grupy ludzkie nie tylko zwiększały swój zasięg terytorialny, ale cechowały się różną dynamiką biologiczną i ich udział w tworzeniu ras nie był jednakowy. Powstające zróżnicowanie rasowe zawsze miało i ma także obecnie charakter ciągły, tzn. różnice międzygrupowe często dotyczą tylko niektórych cech morfologicznych z zestawu cech uważanych za ważne z punktu widzenia systematyki gatunku oraz, że upodobnienie się genetycznej i kulturowej informacji różnych uprzednio morfologicznie grup ludzkich oznacza zacieranie się różnic rasowych, przy jednoczesnym wzroście zróżnicowania wewnątrzgrupowego. Dzieje się to zarówno na skutek przepływu genów między grupami, jak i przemian w intensywności nacisków selekcyjnych, poddawanych w coraz większym stopniu kontroli kulturowego systemu adaptacyjnego.

Rozdział czwarty

Klasyfikacje gatunku ludzkiego

Pojęcie rasy jako jednostki klasyfikacji wewnątrzgatunkowej człowieka jest dotychczas mało sprecyzowane. Jedni upatrują w tym pojęciu jednostki filogenetyczne szczebla wewnątrzgatunkowego, inni sprowadzają je do różnic genetycznych między populacjami jednego gatunku, a jeszcze inni sądzą, że ludzkość stanowi jedną rasę genetyczną zróżnicowaną wewnętrznie, lecz posiadającą jeden nierozdzielny genotyp. Często podkreśla się, że rasy są wyłącznie jednostkami podziału biologicznego poszczególnych społeczeństw, stąd do cech charakteryzujących tę jednostkę nie należy język, poziom rozwoju kulturowego czy inne kryteria pozabiologiczne, podczas gdy zdaniem innych powstały one na drodze ewolucji biokulturowej i stąd biologiczne zróżnicowanie międzypopulacyjne jest w skomplikowany sposób powiązane ze zróżnicowaniem rozwoju kulturowego, gdyż wielokrotnie wykazano związki między strukturą biologiczną populacji ludzkich a cechującymi je systemami kulturowymi.

Dyskusja na temat zmienności człowieka nie została ostatecznie zakończona. Wśród istniejących, lub powstających, wielu rozbieżnych ujęć i koncepcji co do zróżnicowania rasowego człowieka, z których wybrane przedstawimy w dalszej części rozdziału, wszyscy są zgodni w tym, że nie ma najmniejszych podstaw naukowych żadnego rodzaju, dla dyskryminacji rasowej. Rasizm w dawniejszym i obecnym wydaniu jest wyłącznie doktryną polityczną, a wszelkie rozważania na temat mniejszej lub większej wartości biologicznej i psychicznej poszczególnych ras są pozbawione naukowego sensu.

Stwierdzenie przez antropologów zróżnicowania morfologicznego gatunku ludzkiego powoduje niejako „konieczność" podjęcia prób zbudowania wewnątrzgatunkowej systematyki, w podobny sposób jak to czynili botanicy czy zoolodzy. Zagadnienie to było i jest jeszcze obecnie jednym z kluczowych problemów antropologii. Ze względu na różnorodność ujęć i aspektów uwzględnianych przez różnych badaczy, powstają pewne trudności w pełnym i jednoznacznym zaprezentowaniu wszystkich koncepcji klasyfikacji. W bardzo dużym uproszczeniu dotychczasowe klasyfikacje można uszeregować ze względu na ich stosunek do rozwoju nauk przyrodniczych i w związku z tym wydzielić: klasyfikacje starożytne (podziały

przednaukowe), klasyfikacje przedlinneuszowskie, klasyfikacje XIX wieku, klasyfikacje bazujące na typologicznej koncepcji rasy, populacyjnej koncepcji rasy oraz wyłącznie na zmienności klinowej.

Klasyfikacje przedlinneuszowskie

W 1684 roku F. Bernier, przyjmując jako kryterium miejsce zamieszkania (kryterium geograficzne), podzielił ludzkość na 1) białych mieszkańców Europy, 2) Murzynów, 3) wschodnich Azjatów i 4) Lapończyków.

W 1721 roku Bradley podzielił ludzkość w sposób dychotomiczny na białych i czarnych, przy czym dodatkową cechą dzielącą białych na dwie grupy był brak lub występowanie zarostu (z brodami – Europejczycy, bez zarostu — Amerykanie). Natomiast w przypadku czarnych, dodatkową cechą był kształt włosów (włosy wełniste — Murzyni, włosy proste Abisyńczycy). Wyróżniał on także grupę mieszaną Mulatów.

J. Kant wyróżnił cztery odmiany człowieka, które miały powstać w zależności od klimatu: 1) Indianie, Eskimosi, Mongołowie — klimat zimny (odmiana czerwona), 2) Hindusi, Arabowie · klimat suchy, gorący (odmiana żółta), 3) Europejczycy — klimat wilgotny, 4) Murzyni – klimat wilgotny, ciepły (odmiana czarna).

Przedstawione przykładowo klasyfikacje nie wynikały z mniej lub bardziej szczegółowych badań określonych populacji, ale bazowały na wynikach obserwacji zbieranych w sposób wyrywkowy w czasie podróży i wypraw, szczególnie częstych po okresie wielkich odkryć geograficznych.

Poglądy Linneusza i systemy klasyfikacji do XX wieku

W 1756 roku K Linneusz w dziesiątym wydaniu *Systema nature* przedstawił pogląd na podział ludzkości, wyróżniając rasy ludzkie w zależności od zajmowanych kontynentów. Według tego kryterium podziału ludzkość podzielił na cztery rasy, które nazwał: *Homo europaeus, Homo asiaticus, Homo americanus, Homo africanus*, charakteryzując je zarówno pod względem różnic w wykształceniu cech morfologicznych, jak również charakterologicznych. Największą jego zasługą było jednak to, że włączył człowieka do systemu zwierząt i wskazał na jego związki z naczelnymi.

Pierwszą ściślejszą z antropologicznego punktu widzenia klasyfikację podał w 1784 roku J. F. Blumenbach przyjmując, podobnie jak F. Bernier, geograficzne kryterium podziału. Wyróżnił rasę kaukaską, etiopską, mongolską, amerykańską, malajską. Każda z wyróżnionych ras została scharakteryzowana co do kształtu twarzy i szczegółów budowy twarzy, kształtu włosów, a przede wszystkim cech pigmentacyjnych.

Dalsze ujęcia tego okresu nie przyniosły istotnych zmian w sposobie podziału gatunku ludzkiego — były bardziej szczegółowe, opierały się na coraz większej liczbie cech, przy czym prawie zawsze uwzględniały kryterium geograficzne lub etnograficzne. Wyjątek stanowił podział zaproponowany przez J. Cuviera w 1812 roku. Opierając się wyłącznie na barwie skóry Cuvier podzielił gatunek ludzki na trzy odmiany: białą, żółtą i czarną. Podział ten w niektórych współczesnych ujęciach utrzymuje się do chwili obecnej.

Bardzo trafne ujęcie zróżnicowania ludności Europy dał Polak W. Surowiecki Zdaniem J. Czekanowskiego wszystkie późniejsze ujęcia składników rasowych odmiany białej są w rzeczywistości fragmentami syntezy znakomitego polskiego lingwisty W. Surowieckiego. Synteza ta, ogłoszona w 1824 roku pozostawała niedostrzeżona przez wiele lat. Używając współczesnej terminologii można powiedzieć, że W. Surowiecki podzielił ludność Europy na pięć ras:

1) rasa laponoidalna — czarnowłosi Lapończycy, reprezentujący relikt najstarszej warstwy ludności autochtonicznej,

2) rasa śródziemnomorska — czarnowłosi Iberyjczycy itp., reprezentujący bardzo archaiczną warstwę ludności autochtonicznej,

3) mieszańcy laponoidalno-nordyczni — ciemnowłosi Słowianie,

4) rasa nordyczna — płowowłosi Celtowie, Germanie, Irańczycy itp. uważani za późniejszych przybyszów kaukaskich,

5) składnik paleoeuropeidalny — żółtowłosi Finowie.

Z końcem XIX wieku bardzo popularne stały się podziały ludności oparte na pojęciu rasy jako zbioru grup ludzkich podobnych do siebie pod względem określonego zestawu cech rasowych, a zamieszkujących wspólne terytorium i mających niekiedy wspólne pochodzenie. Tak zdefiniowana rasa nazywana bywa rasą geograficzną, gdyż grupa ludzka wydzielana jest ze względu na granice regionów geograficznych, granice etniczne lub administracyjno-polityczne. Klasyfikacja ras geograficznych dokonywana była w tym okresie na zasadzie subiektywnej oceny stopnia pokrywania się nałożonych na siebie map zróżnicowania geograficznego poszczególnych cech rasowych oraz również subiektywnego, bo bez stosowania metod statystycznych, określania podobieństw między populacjami sąsiadującymi pod względem określonych zestawów cech.

Szczegółową klasyfikację ras geograficznych podał pod koniec XIX wieku J. Deniker. Na podstawie takich cech, jak kolor skóry, kształt i barwa włosów, wysokość ciała, kształt twarzy i nosa itp. przyjął podział ludzkości na trzy podstawowe odmiany, wyróżniając 29 ras obejmujących zróżnicowanie rasowe człowieka współczesnego. Klasyfikacja ta sprowadzona niekiedy do charakterystyki antropologicznej szeregu grup etnicznych lub też geograficznych przedstawia się następująco:

1. Hotentoci i Buszmeni — skóra żółtawa, mała wysokość ciała, głowa długa, steatopygia, szeroki nos, włosy skręcone;

2. Negryci — skóra czerwonobrunatna, bardzo mała wysokość ciała, głowa pośrednio długa, szeroki nos, włosy skręcone;

3. Murzyni — skóra czarna, duża wysokość ciała, głowa długa, szeroki nos, włosy skręcone;

4. Etiopi — skóra czerwonobrunatna, duża wysokość ciała, głowa długa, nos wąski, włosy faliste, niekiedy kędzierzawe;

5. Australijczycy — skóra czekoladowobrunatna, średnia wysokość ciała, głowa długa, nos szeroki, włosy faliste lub kędzierzawe;

6. Drawida — skóra brązowoczarna, mała wysokość ciała, głowa długa, nos wąski lub szeroki, włosy faliste lub kędzierzawe;

7. Melanezyjczycy skóra brunatnoczarna, średnia wysokość ciała, głowa długa, nos szeroki, włosy skręcone;

8. Asyryjczycy — skóra jasna lub płowożółta, średnia wysokość ciała, głowa krótka, nos wąski, wypukły o mięsistym końcu, włosy faliste;

9. Indo-Afganie - skóra jasnobrunatna, duża wysokość ciała, głowa długa, nos wąski, prosty lub wypukły, włosy ciemne, faliste, oczy ciemne;

10. Arabowie skóra jasna lub płowożółta, duża wysokość ciała, twarz podłużna, głowa długa, nos orli, włosy ciemne, faliste, oczy ciemne;

11. Berberzy — skóra jasna lub płowożółta, duża wysokość ciała, twarz szeroka, głowa długa, nos prosty i gruby, włosy ciemne, faliste, oczy ciemne;

12. Europejczycy atlanto nadśródziemnomorscy - skóra jasna, duża wysokość ciała, głowa pośredniej długości, twarz owalna, nos prosty, włosy faliste, ciemne, oczy ciemne;

13. Iberyjczycy — skóra jasna, mała wysokość ciała, głowa długa, włosy faliste, ciemne, oczy ciemne;

14. Europejczycy zachodni — skóra żółtawobiała, mała wysokość ciała, głowa bardzo krótka, twarz okrągła, włosy i oczy ciemne;

15. Europejczycy adriatyccy — skóra żółtawobiała, mała wysokość ciała, głowa krótka, twarz podłużna, włosy i oczy ciemne;

16. Europejczycy północni - skóra żółtawobiała, duża wysokość ciała, głowa długa, nos średnio szeroki, prosty, włosy lekko faliste, jasne, oczy jasne;

17. Europejczycy wschodni skóra żółtawobiała, mała wysokość ciała, głowa średnia, włosy proste, płowe, oczy jasne;

18. Ajnowie — skóra jasnobrązowa, mała wysokość ciała, głowa długa, twarz szeroka, szeroki, wklęsły nos, włosy czarne, faliste, oczy jasnopiwne lub zielonkawe;

19. Polinezyjczycy skóra żółtawa, duża wysokość ciała, głowa krótka lub pośrednio długa, twarz eliptyczna, oczy i włosy ciemne;

20 Indonezyjczycy - skóra żółtawa, niska wysokość ciała, głowa średnio szeroka, twarz rombowata, wydatne kości jarzmowe, płaski, często wklęsły nos, oczy i włosy ciemne;

21. Amerykanie z Ameryki Południowej — skóra żółtawa, mała wysokość ciała, głowa średnio długa, nos wydatny, wklęsły lub prosty, włosy proste;

22. Amerykanie z Ameryki Północnej — skóra żółtawa, duża wysokość ciała, głowa pośrednio długa, prosty lub orli nos, włosy proste;

23. Amerykanie z Ameryki Środkowej - skóra żółtawa, mała wysokość ciała, głowa krótka, nos prosty lub orli, włosy proste;

24. Patagończycy — skóra żółtawa, duża wysokość ciała, głowa krótka, twarz kątowata, nos prosty, włosy proste;

25. Eskimosi — skóra brunatnożółta, mała wysokość ciała, głowa długa, twarz płaska, włosy proste;

26. Lapończycy — skóra żółtawobrunatna, mała wysokość ciała, głowa krótka, nos zadarty, włosy proste;

27. Ugrowie — skóra żółtawobiała, mała wysokość ciała, głowa średnio długa lub długa, wydatne kości jarzmowe, prosty albo wklęsły nos, włosy proste;

28. Turko Tatarzy — skóra żółtawobiała, średnia wysokość ciała, głowa bardzo krótka, nos prosty, włosy proste;

29. Mongołowie — skóra płowożółta, głowa krótka, wydatne kości jarzmowe, fałda mongolska.

Bardziej rozbudowany system klasyfikacyjny ras geograficznych przedstawił R. Biasutti. Wyróżnił on kręgi form, które miałyby odpowiadać podgatunkom oraz składające się na nie pnie rasowe odpowiadające „wielkim rasom". Jednostką niższego szczebla w tej klasyfikacji są odgałęzienia ras wtórnych, w obrębie których wyróżnia się rasy i podrasy. Podział ten w ujęciu szczegółowym przedstawia się następująco.

Krąg form ekwatorialnych

A. Pień rasowy australoidów

I. Odgałęzienie australidów

1) rasa australijska — skóra czekoladowobrunatna, średnia wysokość ciała, głowa długa, nos szeroki, silny prognatyzm;

2) rasa tasmańska — skóra ciemna, średnia wysokość ciała, głowa średniej długości, twarz skrajnie krótka, nos bardzo szeroki, włosy wełniste;

3) rasa nowokaledońska — skóra czarnobrunatna, średnia wysokość ciała, głowa długa, twarz szeroka, nos szeroki, włosy wełniste.

II. Odgałęzienie papuazydów

1) rasa papuasko-melanezyjska — skóra ciemnobrunatna, mała wysokość ciała, głowa długa, nos szeroki, słaby prognatyzm twarzy;

2) rasa papuasko-górska — skóra ciemnobrunatna, średnia wysokość ciała, głowa długa, twarz szeroka, silnie wgłębiona nasada nosa;

3) rasa tapirska — skóra ciemnobrunatna, bardzo mała wysokość ciała, głowa średniej długości, nos szeroki i duży.

III. Odgałęzienie weddydów

1) rasa weddycka — skóra ciemnobrunatna, bardzo mała wysokość ciała, głowa wydłużona, twarz krótka, prognatyczna;

2) rasa malijska — skóra ciemnobrunatna, mała wysokość ciała, głowa średniej długości, twarz szeroka, nos szeroki, włosy kędzierzawe.

B. Pień rasowy negroidów

IV. Odgałęzienie steatopygidów

1) rasa buszmeńska — skóra jasna, żółtawobrunatna, mała wysokość ciała, głowa długa, nos skrajnie szeroki;

2) rasa hotentocka — skóra żółtawobrunatna, mała wysokość ciała, głowa długa, twarz dość krótka, nos szeroki, niekiedy mongoloidalna oprawa oka, steatopygia;

3) rasa wybrzeżna — mała wysokość ciała, głowa średnia, twarz duża, bardzo niska

V. Odgałęzienie pigmidów

1) rasa bambuti — skóra czerwonobrunatna, bardzo niska wysokość ciała, głowa średniej długości, nos skrajnie szeroki;

2) rasa babinga — skóra czerwonobrunatna, bardzo niska wysokość ciała, głowa raczej krótka, nos szeroki.

VI. Odgałęzienie negrydów

1) rasa sudańska — skóra ciemnobrunatna, duża wysokość ciała, głowa wydłużona, nos szeroki;

2) rasa nilotycka — skóra czarna, bardzo duża wysokość ciała, głowa długa, nos szeroki;

3) rasa kafryjska — bardzo duża wysokość ciała, głowa długa, nos szeroki;

4) rasa leśna - skóra ciemnobrunatna o jasnym odcieniu, średnia wysokość ciała, głowa średniej długości, nos bardzo szeroki;

5) rasa batwa — skóra ciemnobrunatna, mała wysokość ciała, głowa średniej długości, skrajnie szeroki nos;

6) rasa andamańska — skóra czarna, włosy typu fil-fil, bardzo mała wysokość ciała, głowa mała, krótka, nos szeroki, płaski;

7) rasa Aeta-Semang — skóra ciemnobrunatna, włosy wełniste lub typu fil-fil, bardzo mała wysokość ciała, głowa średniej długości, twarz szeroka, nos szeroki wklęsły, wystający.

Krąg form borealnych

C. Pień rasowy mongoloidów

VII. Odgałęzienie pramongolidów

1) rasa paleosyberyjska skóra jasnożółta, mała wysokość ciała, głowa szeroka, twarz szeroka, duże kości jarzmowe, nos prosty, wklęsły, dość szeroki, oczy skośne;

2) rasa tybetańska — skóra brunatnooliwkowa, dość jasna, średnia wysokość ciała, głowa średniej długości, twarz szeroka, wystające kości jarzmowe, nos prosty, niezbyt szeroki, wąska szpara oczna;

3) rasa punańska - skóra brunatnożółta, mała wysokość ciała, głowa śred-

niej długości, wystające kości jarzmowe, silny rowek nasadowo wargowy, nos szeroki, niekiedy prognatyzm zębowy.

VIII. Odgałęzienie mongolidów

1) rasa tunguska — średnia wysokość ciała, głowa duża, zaokrąglona, twarz szeroka, nos średnio szeroki;

2) rasa chińska — dość mała wysokość ciała, głowa pośredniej długości, twarz wysoka, średnio wykształcone kości jarzmowe, nos niezbyt szeroki;

3) rasa południowomongolska skóra brunatnożółta, mała wysokość ciała, głowa krótka, twarz szeroka, przypłaszczony, krótki i wklęsły, dość szeroki nos.

IX. Odgałęzienie eskimidów

1) rasa eskimoska skóra jasnożółta, włosy proste, grube, mała wysokość ciała, głowa długa, twarz bardzo duża, masywne kości jarzmowe, duża podściółka tłuszczowa w okolicy policzkowej, nos dość wąski i przypłaszczony.

D. Pień rasowy europoidów

X. Odgałęzienie praeuropidów

1) rasa ajnoska — silne owłosienie ciała, mała wysokość ciała, głowa średnio długa, nos wystający, szeroki, kości jarzmowe masywne;

2) rasa uralska mała wysokość ciała, głowa średnio długa, masywne kości jarzmowe, nos dość szeroki.

XI. Odgałęzienie europidów

1) rasa śródziemnomorska — skóra matowobiała lub śniada, oczy piwne, włosy brązowe lub ciemnobrązowe, mała wysokość ciała, głowa średniej długości, twarz owalna, nos dość wąski;

2) rasa nordyczna bardzo silna depigmentacja skóry, oczu i włosów, duża wysokość ciała, głowa wydłużona, twarz długa i wąska, ortognatyczna, nos wąski, prosty lub wypukły;

3) rasa irańska (orientalna) — skóra śniada, oczy i włosy bardzo ciemne, średnia wysokość ciała, głowa długa, nos wystający, wąski, prosty lub wypukły;

4) rasa indyjska skóra ciemnośniada, oczy i włosy ciemne, duża wysokość ciała, głowa długa, nos wąski, wystający;

5) rasa alpejska skóra jasnopłowa, oczy piwne, włosy brązowe, średnia wysokość ciała, głowa krótka, twarz szeroka, nos krótki, prosty, dość szeroki;

6) rasa bałtycka — skóra jasna, włosy od blond do brązowych, oczy przeważnie jasne, średnia wysokość ciała, głowa średnio długa lub krótka, nos krótki, dość wąski, niekiedy zadarty, twarz szeroka, niekiedy lekko wystające kości jarzmowe;

7) rasa adriatycka skóra jasnośniada, włosy proste, brązowe lub ciemne, oczy raczej jasne, mała wysokość ciała, głowa krótka, nos długi, wystający, wąski, twarz długa;

8) rasa pamirska skóra jasnopłowa, oczy piwne, włosy brązowe, średnia wysokość ciała, głowa krótka, twarz dość długa, nos bardzo wąski i długi

XII. Odgałęzienie lappidów

1) rasa laponoidalna skóra żółtawośniada, włosy ciemne, proste, głowa krótka, mała wysokość ciała, nos krótki, średnioszeroki, twarz szeroka.

Krąg pochodnych form subekwatorialnych

XIII. Odgałęzienie paleoindydów

1) rasa tamilska — bardzo ciemna skóra, dość mała wysokość ciała, głowa wydłużona, nos szeroki;

2) rasa malabarska — skóra ciemna, średnia wysokość ciała, głowa bardzo długa, twarz krótka z szerokim nosem.

XIV. Odgałęzienie etiopidów

1) rasa etiopska — skóra ciemna, włosy wełniste lub kędzierzawe, średnia wysokość ciała, głowa długa, twarz owalna, oczy duże migdałowate;

2) rasa saharyjska — skóra ciemna, średnia wysokość ciała, głowa wydłużona, twarz szeroka, nos szeroki o nasadzie wgłębionej;

3) rasa malgaska — skóra brunatna włosy wełniste, średnia wysokość ciała, głowa średniej długości, nos szeroki, wystający, twarz ortognatyczna, oczy o oprawie europeidalnej.

Krąg form pochodnych Oceanii i Ameryki

XV. Odgałęzienie polinezydów

1) rasa polinezyjska — skóra jasnobrunatna, włosy faliste, ciemnobrązowe lub czarne, oczy ciemne, średnia lub duża wysokość ciała, głowa krótka, twarz dość szeroka, mezognatyczna, nos szeroki, średnio wystający, oczy niekiedy o słabo wyrażonej oprawie mongolskiej.

XVI. Odgałęzienie amerykanidów

1) rasa apalacka — skóra jasna, duża wysokość ciała, głowa średniej długości, twarz owalna, nos szeroki, duży;

2) rasa dakocka skóra brunatnożółtawa, jasna, duża wysokość ciała, głowa średniej długości, twarz szeroka, nos duży, wystający, dość wąski;

3) rasa aleucka skóra ciemnożółtawa, włosy czarne, proste, mała wysokość ciała, głowa krótka, twarz szeroka, silnie wystające kości jarzmowe, nos szeroki, słabo wystający, tendencja do mongolskiej oprawy oka;

4) rasa sonoryjska — skóra brunatnożółta, ciemna, włosy faliste, duża wysokość ciała, głowa wydłużona, nos szeroki, prosty, średnio wystający,

5) rasa pueblo andyjska — skóra brunatnozółta ciemna z czerwonawym odcieniem, mała wysokość ciała, głowa krótka, twarz szeroka, nos niezbyt szeroki, wypukły, wystający;

6) rasa amazońska — skóra brunatnożółta, mała wysokość ciała, średniej długości głowa, twarz zaokrąglona, nos średnio wystający, szeroki;

7) rasa lagoańska — skóra jasnożółta, mała wysokość ciała, głowa długa, twarz szeroka, nos krótki i szeroki;

8) rasa pampaska — skóra jasnobrunatna, duża wysokość ciała, średnio szeroka głowa, twarz duża, masywne kości jarzmowe, nos długi i wystający, niezbyt szeroki;

9) rasa magellańska skóra brunatnożółta, czerwona, włosy proste, grube, bardzo mała wysokość ciała, głowa pośredniej długości, twarz bardzo szeroka, nos słabo wystający, niezbyt szeroki.

Nie przedstawiając dalszych dokładniejszych opisów prób klasyfikacji z tego okresu, warto ogólniej scharakteryzować przede wszystkim ważniejsze cechy wspólne, gdyż coraz bardziej drobiazgowe ujęcia różnych autorów mają obecnie znaczenie głównie historyczne. Pierwszą cechą wspólną klasyfikacji tego okresu było ciągłe zwiększanie jednostek taksonomicznych różnego rzędu (ras, grup, podras, wydzielanie ras głównych i pobocznych itp.). Brak było jednoznaczności w definicji jednostek taksonomicznych. Panowało przekonanie, że system taksonomiczny jest tym bardziej doskonały, im bardziej szczegółowo można dokonać w ramach niego opisu grup, ras itp Wreszcie brak było prób obiektywizowania metod taksonomicznych oraz statystycznych metod analiz rasowych. Ogólnie można powiedzieć, że systemy klasyfikacji człowieka opierały się na: 1) jego geograficznym rozmieszczeniu i kryteriach somatycznych (np. J. F. Blumenbach, K. Linneusz, J. Deniker, R. Biasutti), 2) teorii ewolucji K. Darwina (C. H. Stratz, G. Montandon), 3) teorii ewolucji i pewnych kryteriach geograficznych (E. A. Hooton, V. V. Bunak), 4) typologicznej koncepcji rasy (J. Czekanowski, I. Michalski, K. Stołyhwo).

Ciekawą próbę klasyfikacji opartej do pewnego stopnia na teorii ewolucji i na kryteriach genetycznych przedstawił w 1947 roku E. A. Hooton. Przyjmując za Cuvierem podział na trzy odmiany (białą, negroidalną i mongoloidalną) stwierdził, że składają się na nie:

1) podrasy zasadnicze, powstałe na określonych terytoriach geograficznych wskutek mutacji zawiązków dziedzicznych, stałego przekrzyżowania się pomiędzy sobą grup zamieszkujących te terytoria oraz na skutek przystosowania się grup do warunków środowiska. Podrasy zdaniem Hootona — powstały na skutek działania tych samych czynników, które doprowadziły do powstania odmian;

2) podrasy złożone, tj. stanowiące ustabilizowanych mieszańców ras zasadniczych;

3) typy mieszańców, powstałe w czasach późniejszych ze zmieszania się podras zasadniczych i złożonych.

Oprócz wymienionych jednostek klasyfikacyjnych E. A. Hooton wyróżnił także rasy złożone, powstałe ze skrzyżowania dwu lub więcej ras zasadniczych, a także podrasy wtórne oraz typy morfologiczne. Sądził, że zaproponowane przez niego jednostki klasyfikacji powstały w wyniku zróżnicowanego procesu ewolucji jako produkt działania różnorodnych czynników ewolucyjnych. W ujęciu szczegółowym klasyfikacja Hootona przedstawia się następująco:

I. Pierwotne rasy odmiany białej

1) śródziemnomorska
   a) typu górnopaleolitycznego,
   b) typu wyżynnego (Iran),
   c) typu klasycznego,
2) ajnowska,
3) celtycka
4) nordyczna,
5) alpejska,
6) wschodniobałtycka,
7) armenoidalna — powstała jako rezultat zmieszania się klasycznej rasy śródziemnomorskiej i nordycznej,
8) dynarska — powstała jako rezultat zmieszania się rasy alpejskiej, armenoidalnej i nordycznej,
9) nordyczno-alpejska — powstała jako wynik zmieszania się rasy nordycznej i alpejskiej (najczęstsza w Ameryce Północnej),
10) nordyczno-śródziemnomorska — powstała jako wynik zmieszania rasy nordycznej i śródziemnomorskiej (najczęstsza w Ameryce Północnej);

II. Pierwotne rasy odmiany czarnej

1) Murzyni afrykańscy (Murzyni leśni),
2) Murzyni nilotyccy,
3) Negryci (Pigmeje);

III. Rasy z dużą komponentą odmiany czarnej

1) australijska — powstała jako wynik zmieszania archaicznych form odmiany białej, rasy tasmańskiej oraz rasy melanezyjsko-papuaskiej
   a) typu Murian — populacje południowo-wschodniej Australii,
   b) typu Carpenterian — populacje z dużą domieszką rasy melanezyjsko-papuaskiej,
2) tasmańska,
3) melanezyjsko-papuaska — powstała w wyniku zmieszania rasy negryckiej, australijskiej oraz malajskiej i polinezyjskiej
   a) typu papuaskiego,
   b) typu melanezyjskiego,
4) polinezyjska — powstała w wyniku zmieszania się ras: indonezyjskiej, mongolskiej oraz melanezyjsko-papuaskiej,
5) buszmeńsko-hotentocka — w swojej obecnej formie zawiera elementy rasy negryckiej, paleolitycznej ludności typu Boskop, ludności murzyńskiej Bantu oraz ludów chamicko śródziemnomorskich
   a) typu buszmeńskiego,
   b) typu hotentockiego;

IV. Pierwotne rasy odmiany żółtej

1) mongolska klasyczna,

2) eskimoska,

3) indiańska — powstała w wyniku zmieszania się form rasy mongolskiej, irańskiej i australijskiej

a) typu indiańskiej długogłowej,

b) typu indiańskiej krótkogłowej,

4) indonezyjsko-mongoloidalna — powstała w wyniku zmieszania się form rasy mongoloidalnej, górnopaleolitycznej śródziemnomorskiej, ajnowskiej i negryckiej

a) typu malajsko-mongoloidalnego,

b) typu indonezyjskiego;

V. Rasy z komponentą różnych odmian

1) indodrawidyska — powstała w wyniku zmieszania się form rasy śródziemnomorskiej typu klasycznego, weddyjskiej, negryckiej, armenoidalnej, nordycznej, a także mongoloidalnej

a) typu indodrawidyjskiego klasycznego,

b) typu armenoidalno-irańskiego,

c) typu indonordycznego,

d) typu weddoidalnego,

e) typu negritoidalnego,

2) polinezyjska — powstała w wyniku zmieszania się form rasy indonezyjsko-mongolskiej, rasy typu indonezyjskiego, mongoloidalnej, melanezyjsko papuaskiej.

Typologiczne koncepcje zróżnicowania wewnątrzgatunkowego człowieka

W typologicznej koncepcji rasy jako podstawową jednostkę przyjmuje się osobnika cechującego się określonym zestawem cech morfologicznych. Ze względu na to, że w każdej grupie ludzkiej występuje zmienność wewnątrzgrupowa, do tego samego typu rasowego klasyfikuje się więc osobników najbardziej podobnych do siebie pod względem określonego zestawu cech rasowych. Przekonanie o realnym istnieniu typów rasowych, wyróżnialnych w postaci osobników wzorcowych, oparte zostało na korpuskularnej teorii dziedziczenia. W koncepcji tej zakłada się stałość typów rasowych (nazywanych często typami antropologicznymi) i ujmuje się wszelką zmienność form ludzkich jako wynik mieszania się grup o różnym składzie i różnej strukturze rasowej. Populacje ludzkie w tej koncepcji najczęściej nie stanowiły i nie stanowią grup jednolitych rasowo, lecz mają charakter wykrzyżowujących się grup, są więc mieszaniną elementów antropologicznych (typów rasowych). Istota różnic rasowych polegałaby na tym, że typy rasowe występują w różnych grupach w różnych stosunkach procentowych. Zakłada się więc, że na zmienność cech poszczególnych typów rasowych, tworzących daną populację, składa się ogólna zmien-

ność cech populacji, jednakże zmienność cech między typami rasowymi powinna być znacząco większa niż wewnątrz poszczególnych typów. Opis grupy ludzkiej pod względem jej budowy morfologicznej można więc sprowadzić, według koncepcji typologicznej, do wyrażenia procentowego udziału poszczególnych składników rasowych, których częstość oblicza się na podstawie indywidualnych określeń taksonomicznych. Takie postępowanie badawcze może być również zastosowane do badań populacyjnych w sytuacji, gdy jako typową rasowo uznamy grupę ludzką. Wydzielenie populacyjnych typów rasowych dokonuje się często wówczas, gdy obiektami badań są grupy częściowo izolowane lub gdy analizuje się zróżnicowanie międzypopulacyjne na terytoriach zamieszkiwanych przez populacje ludzkie o dużej zmienności kulturowej, lub też gdy terytorium zamieszkałe przez grupy jest znacznie zróżnicowane ekologicznie.

Opracowanie typologicznej koncepcji rasy w antropologii spowodowało znaczne zainteresowanie zagadnieniami zróżnicowania wewnątrzgatunkowego człowieka, a przede wszystkim zainicjowało powstanie lub zastosowanie dla potrzeb tego rodzaju badań wielu metod statystycznych, przede wszystkim metod analizy wielocechowej. Z drugiej strony pośrednio, dzięki tej koncepcji znacznie wzrosło zainteresowanie antropologów zagadnieniami genetyki i ewolucjonizmu. Liczne dyskusje poświęcone problemom badań zmienności człowieka w czasie i przestrzeni, inicjowane przez twórców różnych kierunków typologicznych czy też prowadzone pomiędzy zwolennikami typologicznego i populacyjnego pojmowania rasy, jakkolwiek prawie zupełnie podważyły sens typologicznego pojmowania zmienności wewnątrzgatunkowej, to jednak w istotnym stopniu przyczyniły się do dalszego wyraźnego postępu w badaniach antropologicznych.

Koncepcje Polskiej Szkoły Antropologicznej

Zasadnicze tezy tego kierunku badawczego, zwanego także Lwowską Szkołą Antropologiczną, sformułowane zostały przez J. Czekanowskiego i po pewnych modyfikacjach można je przedstawić w następujący sposób

1) składniki antropologiczne jako zespoły cech istnieją realnie, czego dowodem są nadwyżki w metodzie stochastycznej korelacji wielorakiej;

2) zespoły cech utrzymują się jako całości genetyczne w wyniku nieznanego bliżej powinowactwa genów (najprawdopodobniej plejotropu lub sprzężenia genetycznego), a więc elementy rasowe nie ulegają zmianom w procesie krzyżowania,

3) mieszańcy ulegają rozszczepieniu lub stabilizacji,

4) podstawowe jednostki taksonomiczne to: odmiana równoważna rasom wydzielanym w klasyfikacjach XVIII wieku, elementy antropologiczne odpowiadające tzw. rasom „czystym", typy antropologiczne — „heterozygotyczni mieszańcy" 2 elementów;

5) częstość typów w populacji genetycznie zrównoważonej daje się opisać

prawem częstości typów antropologicznych Czekanowskiego, wynikającym z prawa Hardy'ego Weinberga.

> Jako element lub typ antropologiczny, w kierunku tym, uważa się osobnika wzorcowego, który jest określony szczególną kombinacją cech, która jakoby występuje częściej w populacji, niż tego należałoby oczekiwać przy założeniu niezależnego dziedziczenia cech.

Tak więc przyjmuje się, że współwystępowanie określonych wartości cech ma przyczyny genetyczne, tj. że obiektem dziedziczenia nie są pojedyncze cechy typologiczne, lecz ich zespoły (a w tym zrozumieniu typy). Tak ujmując tę kwestię można stwierdzić, że typ antropologiczny byłby warunkowany albo jednym luksorem (dwoma allelami), albo sprzężeniem genetycznym. Następowałoby wówczas łączne dziedziczenie dwu lub więcej cech fizycznych, spowodowane występowaniem różnych genów w tym samym chromosomie Zakładano też, że dziedziczenie typu antropologicznego polega na dziedziczeniu plejotropowym, tj. że występuje wielorakość efektów jednego genu. Innymi słowy, przyjmowano, że być może jeden gen decyduje o wytwarzaniu kilku różnych cech organizmu, które pozornie nie mają ze sobą żadnego związku. W przypadku plejotropii poszczególne cechy nie są zatem przekazywane z pokolenia na pokolenie niezależnie od siebie, lecz są dziedziczone łącznie.

Wystąpienie J. Czekanowskiego z nowym programem badań zróżnicowania wewnątrzgatunkowego człowieka było w latach dwudziestych przełomową chwilą dla antropologii. Rewelacyjność jego sposobu podejścia do tego zagadnienia polegała przede wszystkim na tym, że stworzył on podstawy matematycznych metod analizy zmienności cech. Nowością było także pojmowanie przez J. Czekanowskiego populacji jako całości niejednolitej rasowo. Twierdził, że grupy ludzkie mają charakter wykrzyżowujących się populacji biologicznych, pozostających w stanie równowagi, a więc żadne populacje etniczne nie posiadają jednolitej struktury antropologicznej, lecz stanowią one mieszaninę elementów antropologicznych. To ostatnie twierdzenie było bardzo ważnym punktem wyjścia do rozważań nad etnogenezą ludów europejskich, u których zakresy zmienności wielu cech, ważnych dla analiz typologicznych, pokrywały się w znacznym stopniu.

> Stąd przyjęto, że istota różnic rasowych między dwoma grupami etnicznymi nie sprowadza się jedynie do różnic w obu grupach przeciętnych wartości cech fizycznych, lecz polega na tym, że elementy rasowe występują w obu grupach w rozmaitych stosunkach procentowych.

Opis grupy ludzkiej ze względu na jej skład rasowy można więc było sprowadzić do wyrażenia procentowego udziału poszczególnych składników rasowych. Skład rasowy danej populacji charakteryzuje zarazem strukturę rasową, gdy poddamy analizie wzajemne ustosunkowanie się poszczególnych składników rasowych. Chcąc analizować pokrewieństwa biologiczne pomiędzy populacjami ludzkimi J. Czekanowski używał pojęcia formacji antropologicznej. Formacje antropologiczne tworzyły zbiory grup ludzkich, wykazujące podobieństwo w składach

i strukturach rasowych (w populacjach tych występują te same elementy rasowe, czyli po prostu rasy oraz cechuje je podobny udział procentowy tych elementów).

W ujęciu Polskiej Szkoły Antropologicznej, dysponując indywidualnymi określeniami rasowymi w ramach badanej grupy osobników, skład rasowy proponowano obliczać metodą prawa liczebności typów antropologicznych J. Czekanowskiego, metodą połówkowania (propozycja I. Michalskiego), bądź metodą punktów odniesienia (propozycja A. Wankego).

Metody badań typologicznego zróżnicowania populacji ludzkich

Metoda różnic przeciętnych

Największym osiągnięciem antropologii polskiej było stworzenie podstaw matematycznych metod analizy zmienności cech. J. Czekanowski zaproponował, jako dobre narzędzie badawcze, metodę różnic przeciętnych (nazywaną współcześnie przez niektórych metodą DD Czekanowskiego), która pozwala porządkować zbiory i wydzielać w nich grupy podobne. Metoda ta zakłada, że osobnicy wchodzący do określonej grupy (odmiany, rasy, typu itp.) wykazują w porównaniu ze sobą mniejsze różnice przeciętne w zakresie zespołu cech biologicznych, aniżeli w porównaniu z osobnikami innych grup jednorodnych. Aby poddać analizie stopień zróżnicowania osobników, tworzących badaną grupę, obliczamy bezwzględne różnice przeciętne, pod względem wybranych cech do analizy, u wszystkich osobników, otrzymując macierz różnic przeciętnych, nazywaną niekiedy tablicą Czekanowskiego. Zawiera ona przeciętne bezwzględne różnice pomiędzy wszystkimi osobnikami opisanymi danym zestawem cech W matematycznym zapisie postępowanie to przyjmuje postać

$$DD = \frac{1}{r} \sum_{j=1}^{r} M_{1j} - M_{2j},$$

gdzie DD — różnica przeciętna pod względem wybranego zespołu cech,
r — liczba analizowanych cech,
M_{1j} — wartość j-tej cechy dla pierwszego osobnika (lub populacji),
M_{2j} - wartość j tej cechy dla drugiego osobnika (lub populacji).

W praktyce badawczej posługiwanie się różnicami przeciętnymi okazało się uciążliwe, stąd Henzel zaproponował aby stosować kwadraty różnic przeciętnych, gdyż kwadraty różnic bardziej oddalają od siebie osobników, dając w niektórych sytuacjach większą selektywność metody. Kwadraty różnic przeciętnych oblicza

się ze wzoru

$$DD=\frac{1}{r}\sum_{j=1}^{r}(M_{1j}-M_{2j})^2 \quad \text{lub} \quad DD=\frac{1}{r}\sum_{j=1}^{r}d_j^2,$$

gdzie d_j różnica między wartościami j-tej cechy dla danych osobników.

W późniejszym czasie J. Czekanowski zaproponował wzór na obliczanie różnic przeciętnych standaryzowanych na odchylenie standardowe cechy w populacji z której pochodzili badani osobnicy

$$DD_s=\frac{1}{r}\sum_{j=1}^{r}\frac{M_{1j}-M_{2j}}{s_j},$$

gdzie DD_s — standaryzowana różnica przeciętna,

s_j — odchylenie standardowe j-tej cechy w populacji.

Tablica bezwzględnych różnic przeciętnych (kwadratów różnic przeciętnych, różnic standaryzowanych itp.) stanowi dopiero sumę nieuporządkowanych różnic pomiędzy osobnikami, stąd w dalszym toku analizy J. Czekanowski proponował dokonanie uporządkowania tych różnic poprzez ułożenie diagramu asymetrycznego, w którym osobnicy wykazujący najmniejsze różnice przeciętne byliby umieszczeni najbliżej siebie. Diagram asymetryczny różnic przeciętnych stanowi więc graficzną postać tablicy Czekanowskiego (macierzy różnic), wykonaną na drodze kolejnych prób umieszczania osobników (w rzędach i kolumnach diagramu), tak aby osobnicy tworzyli zespoły wyodrębnialne wzdłuż przekątnej diagramu. Najczęściej w graficznym obrazie macierzy różnic przeciętnych, jakim jest diagram, uwzględnia się

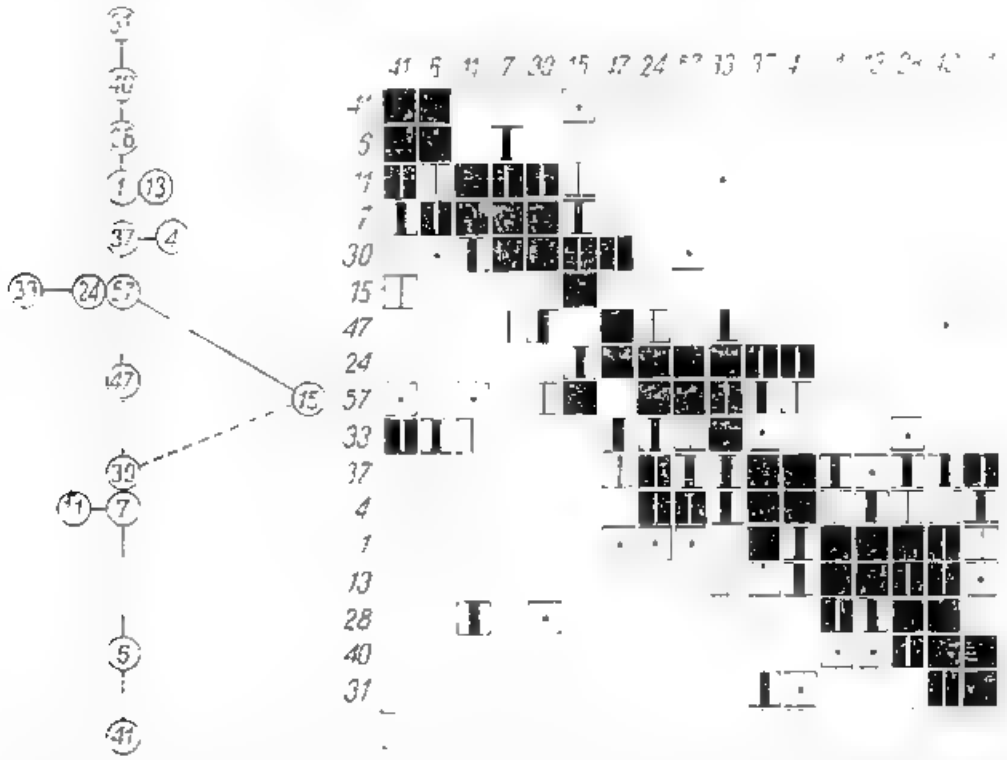
Tabela 3.4.1. Wskaźniki ilorazowe średniowiecznych czaszek ze Słaboszewa

Nr czaszki	Wskaźniki				
	szer.-dług.	twarzy górn.	nosa	oczod.	wys. śred.
30	78,8	49,2	40,7	86,8	83,8
7	81,2	49,7	42,1	90,7	85,4
11	80,0	51,6	47,8	88,6	88,2
57	80,7	53,3	47,7	82,1	77,2
47	85,7	43,5	43,4	81,6	82,3
31	81,1	48,1	49,0	68,3	83,4
40	81,8	44,7	52,1	73,0	88,8
28	78,0	48,1	56,5	77,5	87,3
4	83,8	53,0	50,0	75,6	81,3
37	79,1	47,9	50,0	75,6	78,6
13	80,6	50,8	50,0	78,4	87,7
33	84,7	47,9	52,2	84,5	80,5
1	77,8	49,6	50,0	77,3	85,4
24	82,4	50,8	46,3	80,5	77,1
41	85,6	53,9	54,2	97,1	83,1
6	82,7	46,0	50,4	96,2	80,4
15	82,4	60,3	42,3	91,9	77,4

Tabela 3.4 2. Macierz odległości (średnich kwadratów różnic) między pomiarami średniowiecznej serii czaszek ze Słabozewa. W nagłówkach kolumn i wierszy numery porządkowe czaszek

	30	7	11	57	47	31	40	28	4	37	13	33	1	24	41	6	15
30	—	4	14	23	21	83	75	87	62	47	35	37	36	73	71	42	38
7	4	—	10	37	33	40	90	80	65	72	44	35	51	38	46	27	40
11	14	10	—	29	41	90	62	43	48	55	22	25	57	40	35	32	47
57	23	37	20	—	33	57	65	47	15	16	29	17	23	3	65	54	35
47	21	33	41	33	- -	47	40	58	34	30	32	23	33	20	78	58	87
31	83	40	90	57	47	—	15	33	18	16	26	59	20	41	182	159	156
40	75	90	62	65	40	15	—	11	28	27	15	44	15	53	141	123	155
28	87	80	43	47	58	33	11		28	25	11	32	10	53	98	93	139
4	62	65	48	15	34	18	28	28	—	11	13	23	13	12	97	95	79
37	47	72	55	16	30	16	27	25	11	—	20	23	11	12	110	90	98
13	35	44	22	29	32	26	15	11	13	20	—	25	3	31	85	79	92
33	37	35	25	17	23	59	44	32	23	23	24	—	26	15	35	30	64
1	36	51	57	23	33	20	15	10	13	11	3	26	—	23	99	84	94
24	73	38	40	3	20	41	53	53	12	12	31	15	23	—	79	59	47
41	71	46	35	65	78	182	141	98	97	110	85	35	99	79	-	19	51
6	42	27	32	54	58	159	123	93	95	90	79	30	84	59	19	—	61
15	38	40	47	35	87	156	155	139	79	98	92	64	94	47	51	61	-

podobieństwa poszczególnych osobników z kilkoma pozostałymi (np podobieństwo do czterech lub pięciu pozostałych osobników) stosując konwencjonalny podział całej skali różnic na pewne klasy, które oznaczone są symbolami graficznymi (ryc. 3.4 1). Końcowym etapem analizy „diagraficznej" jest wyodrębnienie na podstawie różnic przeciętnych cech (oznaczonych symbolami) zespołów, bądź pojedynczych



Ryc. 3.4.1. Przykładowe uporządkowanie danych z macierzy odległości geometrycznych metodą diagramu asymetrycznego (z prawej) i dendrytu (z lewej)

osobników i przyrównanie ich do definicji elementów antropologicznych, celem dokonania indywidualnej diagnozy rasowej.

Skład rasowy danej grupy proponował J. Czekanowski obliczyć metodą wynikającą z prawa liczebności typów antropologicznych. Podstawę do obliczeń stanowią w tej metodzie częstości osobników zaliczonych do indywidualnych typów rasowych. Z matematycznego punktu widzenia metoda liczebności typów Czekanowskiego polega na rozwiązywaniu układu równań cząstkowych, będących rozwinięciem prawa liczebności typów, które ma postać

$$(a_1 + a_2 + \ldots + a_x)^2 - 1 \text{ (lub } 100\%).$$

Prawo liczebności typów antropologicznych zostało sformułowane na podstawie twierdzenia, że grupy ludzkie rozpadają się na podgrupy łączące mniej różnych lub bardzo do siebie podobnych osobników, przy czym te podgrupy odpowiadają składnikom wyróżnianym w klasyfikacjach typologicznych oraz, że ustosunkowanie ilościowe podgrup daje się ująć wzorem

$$(a+e+h+l)^2=a^2+e^2+h^2+l^2+2ae+2ah+2al+2eh+2el+2hl-1.$$

Występujące w tym wzorze współczynniki a, e, h, l oznaczają cztery podstawowe składniki rasowe ludności Europy środkowej (elementy antropologiczne), które w grupach ludzkich występować mogą w postaci „czystej" (elementu antropologicznego) lub heterozygotycznej (mieszańców I stopnia). Metoda ta opiera się na ogólnym założeniu, że całe zespoły cech rasowych, charakteryzujące poszczególne elementy antropologiczne, dziedziczą się tak jak pojedyncze cechy monogeniczne, tj. że obiektem dziedziczenia jest element antropologiczny i stąd częstość elementów w populacji, podobnie jak częstość genów, można obliczyć zgodnie z prawem Hardy'ego Weinberga.

Metoda połówkowania, obliczania składów rasowych - oparta została natomiast na założeniu, że typy pośrednie (tzn. mieszańców między elementami antropologicznymi) charakteryzuje zestaw cech o wartościach pośrednich w stosunku do zestawu cech właściwego elementom antropologicznym, których typ ten jest mieszańcem. Praktycznie udział danego elementu antropologicznego w składzie rasowym populacji określa się w ten sposób, że każdego reprezentanta elementu liczy się jako jednostkę, natomiast każdego reprezentanta typu pośredniego jako dwie połowy danych elementów. Opis metody obliczania składu rasowego według propozycji A. Wańkego przedstawiony został w osobnym podrozdziale, ze względu na konieczność dokładniejszego wyjaśnienia jej metodycznych założeń.

Metoda punktów odniesienia A. Wankego

Metodę punktów odniesienia A. Wankego można stosować zarówno do indywidualnych określeń taksonomicznych, jak i do bezpośredniego określania składu rasowego populacji. Metoda ta opiera się na założeniu, że rasy (ściślej mówiąc składniki antro-

pologiczne — elementy rasowe) istnieją realnie, stąd mogą być zdefiniowane za pomocą średnich artymetycznych pewnej liczby cech. Chcąc dokonać indywidualnego określenia taksonomicznego danego osobnika, należałoby więc określić podobieństwo osobnika do elementów rasowych (ras) tworzących populację, z której pochodzi badany osobnik. Podobieństwo osobnika do elementu będzie tym większe, im mniejsza będzie odległość osobnika od danego elementu, mierzona sumą kwadratów różnic między cechami osobnika a średnimi arytmetycznymi tych cech dla elementów rasowych, tak więc

$$(x_1-x_{1j})^2+(x_2-x_{2j})^2+\ldots(x_n-x_{nj})^2,$$

gdzie $x_1, x_2 \ldots x_n$ — wartości cech osobnika,

$\bar{x}_{1j}, \bar{x}_{2j} \ldots \bar{x}_{nj}$ wartości średnich arytmetycznych cech j-tego elementu

Opierając się na powyższych założeniach A. Wanke zaproponował tzw. wskaźnik podobieństwa w, który jest odwrotnością sumy różnic kwadratów i mierzy podobieństwo osobnika do j tego elementu rasowego, a oblicza się go ze wzoru

$$w_j=\left[(x_1-x_{1j})^2+(x_2-x_{2j})^2+\ldots(x_n-x_{nj})^2\right]^{-1}.$$

Dla każdego osobnika należałoby obliczać wskaźnik podobieństwa do wszystkich elementów rasowych wchodzących w skład populacji, z której on pochodzi, a następnie zsumować wszystkie współczynniki podobieństwa i podzielić każdy z nich (tj. odnoszący się do poszczególnego elementu rasowego) przez otrzymaną sumę, celem ustalenia jaką frakcję lub (mnożąc przez 100) jaki procent stanowi udział każdego elementu rasowego u osobnika. Wartość wyrażającą udział każdego elementu rasowego u osobnika A. Wanke zaproponował aby nazywać wskaźnikiem unormowanym (W_j).

Dokonajmy tą metodą określenia taksonomicznego osobnika płci męskiej pochodzącego ze średniowiecznego cmentarzyska w Słaboszewie, używając punkty odniesienia (definicji ras wyrażonych w postaci średnich arytmetycznych) zaproponowane przez W. Kóčkę, przy założeniu, że średniowieczne populacje europejskie składały się z pięciu elementów rasowych.

Cecha (wskaźniki)	Punkty odniesienia elementów					Wartości cech osobnika
	nordyczny *a*	śródziemnomorski *e*	armenoidalny *h*	laponoidalny *l*	paleoeuropeidalny *p*	
Szerokościowo-długościowy	76	69	86	84	73	80,0
Twarzy górna	55	56	53	46	44	51,6
Nosa	46	44	43	56	58	47,8
Oczodołów	87	77	85	75	70	88,6
Wysokości średnia	75	87	85	80	88	88,2

Dysponując punktami odniesienia dla każdego elementu rasowego oraz wartościami cech dla osobnika obliczamy kolejno wskaźniki podobieństwa (w) do elementu

nordycznego (w_a), elementu śródziemnomorskiego (w_e), elementu armenoidalnego (w_h), elementu laponoidalnego (w_l) i elementu paleoeuropeidalnego (w_p):

$$w_a = 1: (76 - 80{,}0)^2 + (55 - 51{,}6)^2 + (46 - 47{,}8)^2 + (87 - 88{,}6)^2 + (75 - 88{,}2)^2,$$

$$w_e = 1: (69 - 80{,}0)^2 + (56 - 51{,}6)^2 + (44 - 47{,}8)^2 + (77 - 88{,}6)^2 + (87 - 88{,}2)^2,$$

$$w_h = 1: (86 - 80{,}0)^2 + (53 - 51{,}6)^2 + (43 - 47{,}8)^2 + (85 - 88{,}6)^2 + (85 - 88{,}2)^2,$$

$$w_l = 1: (84 - 80{,}0)^2 + (46 - 51{,}6)^2 + (56 - 47{,}8)^2 + (75 - 88{,}6)^2 + (80 - 88{,}2)^2,$$

$$w_p = 1: (73 - 80{,}0)^2 + (44 - 51{,}6)^2 + (58 - 47{,}8)^2 + (70 - 88{,}6)^2 + (88 - 88{,}2)^2.$$

Suma wskaźników podobieństwa (w_a -0,00482, w_e —00343, w_h -0,01187, w_l —0,00285, w_p -0,00179) wynosi 0,02476, a unormowane wskaźniki (W) wynoszą: W_a=0,195 (20%), W_e=0,138 (14%), W_h=0,479 (48%), W_l=0,115 (11%), W_p= =0,072 (7%).

Unormowane wskaźniki podobieństwa (W), zgodnie z opisywaną metodą, określają udział elementów antropologicznych w zestawie cech właściwym danemu osobnikowi lub danej populacji, o ile będziemy je obliczali ze średnich arytmetycznych cech populacji. Wartości liczbowe otrzymane dla analizowanego powyżej przykładowo osobnika z cmentarzyska w Słaboszowie należałoby interpretować następująco: na zespół cech morfologicznych badanego osobnika składają się w 20% cechy elementu nordycznego, w 14% - śródziemnomorskiego, 48% armenoidalnego, 11% — laponoidalnego i w 7% — paleoeuropeidalnego, stąd należy sądzić, że osobnik ten był mieszańcem armenoidalno-nordycznym, czyli reprezentantem typu dynarskiego. Gdyby do przedstawionych powyżej obliczeń użyć, zamiast wskaźników osobnika płci męskiej, średnie arytmetyczne grupy osobników płci męskiej, to otrzymany wynik w postaci unormowanych wskaźników podobieństwa (W) należałoby interpretować w następujący sposób: grupa ta składała się w 20% z osobników o cechach elementu nordycznego, w 14% — śródziemnomorskiego, 48% — armenoidalnego, 11% - laponoidalnego i w 7% — paleoeuropeidalnego, a jej struktura rasowa byłaby $h > a > e > l > p$.

Punkty odniesienia dla badań populacji europejskich czy zamieszkujących inne kontynenty zostały opracowane i podane w różnych pracach szczegółowych. Dotyczą one osobników płci męskiej, stąd przy określeniach indywidualnych, bądź dotyczących grup osobników (ze średnich arytmetycznych) zaproponowano uwzględniać te same punkty odniesienia dla osobników lub grup żeńskich, po uwzględnieniu dymorfizmu płciowego.

W niektórych opracowaniach składy rasowe grup ludzkich według metody A. Wankego oblicza się nie ze średnich arytmetycznych dla grup, ale jako średnie arytmetyczne częstości występowania danego elementu antropologicznego u poszczególnych osobników. Stosuje się także zamiast sumy kwadratów różnic, sumy sześcianów różnic lub inne drobne modyfikacje tej metody. Ponieważ jednak omówione w tym rozdziale metody są ogłoszone w czasopismach antropologicznych, a ich przydatność dla badań typologicznego zróżnicowania grup ludzkich została

już wcześniej przedyskutowana, dlatego nasz opis ograniczyliśmy tylko do tych niezbędnych informacji, które są ważne dla zrozumienia ich założeń i drogi postępowania, a także zasad interpretacji wyników.

Zróżnicowanie rasowe gatunku ludzkiego w ujęciu Polskiej Szkoły Antropologicznej

J. Czekanowski, wraz z grupą współpracowników, przedstawił próbę rozwiązania kwestii zróżnicowania rasowego człowieka oraz podstawowych problemów pozwalających wyjaśnić liczne zagadnienia etnogenetyczne, a w szczególności etnogenezy ludów Europy. Przyjął, że zróżnicowanie rasowe ludności dokonało się przez stopniową stabilizację form mieszanych, a zachodziło ono na trzech poziomach zróżnicowania:

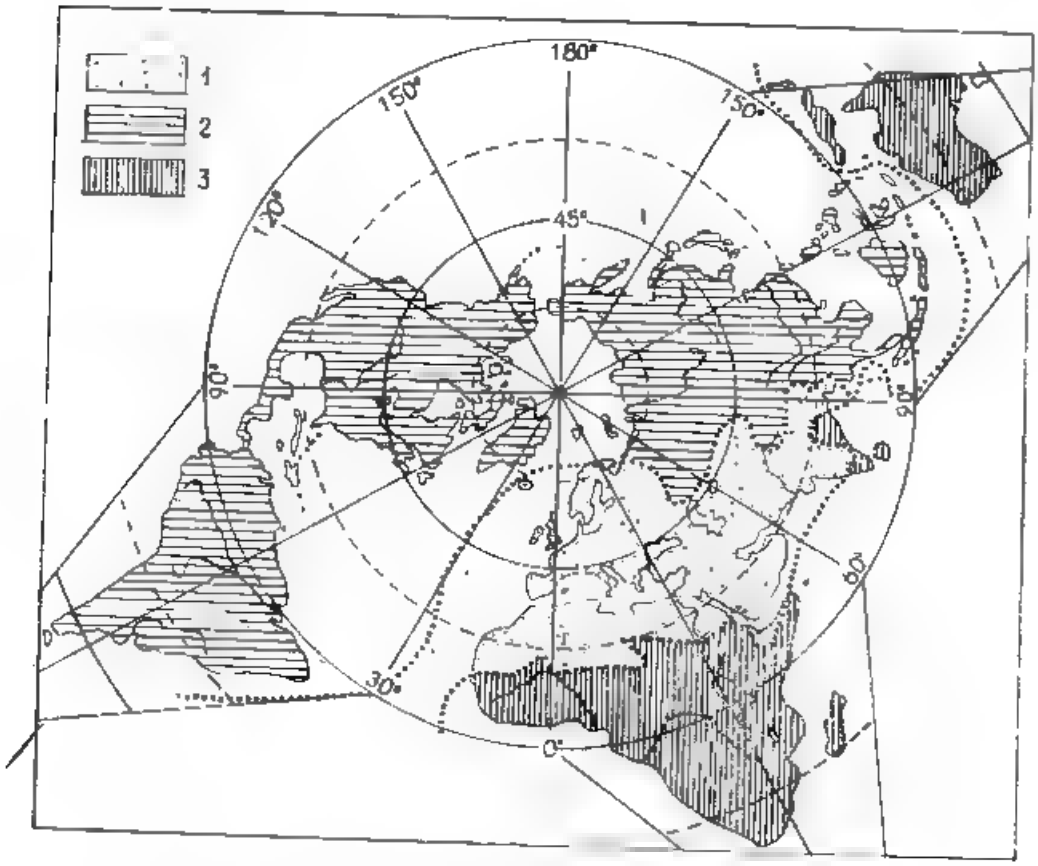
1) wyodrębnienie się 3 podstawowych odmian,

2) wyodrębnienie się 6 elementów rasowych, z których 3 są ustabilizowanymi mieszańcami,

3) powstanie 15 typów antropologicznych w wyniku krzyżowania się elementów antropologicznych, które przy krzyżowaniu rozczepiają się zgodnie z prawami Mendla.

Przypomnijmy, że dziedziczenie typu antropologicznego J. Czekanowski oparł na: 1) prawie rozczepiania mieszańców (prawie Mendla), 2) prawie dominacji mendelistycznej, 3) hipotezie o monogamicznym dziedziczeniu typu morfologicznego, 4) hipotezie stałości typu morfologicznego, warunkowanego zespołem dominacji z rasą (sprzężenie genetyczne lub dziedziczenie plejotropowe). Wychodząc z wcześniejszych ustaleń twierdził, że najistotniejsze właściwości gatunkowe trzech odmian człowieka - morfologiczne, fizjologiczne i rozwojowe są takie same. Ogólnie można powiedzieć, że różnice międzyodmianowe najwyraźniej zaznaczają się głównie w odmiennej barwie skóry, barwie i kształcie włosów, kolorze oczu, mniej wyraźnie w szczegółach ukształtowania budowy czaszki. Niektóre cechy fizyczne, dotyczące najczęściej kształtu i wielkości pewnych okolic ciała, zwłaszcza czaszki i niektórych szczegółów anatomicznych, wykazują więc inne rozkłady częstości tych cech, choć bardzo często się zdarza, zwłaszcza na terenach gdzie spotyka się np. odmiana biała i czarna, że krzywe tych rozkładów bardzo silnie się zazębiają. Ogólnie wyróżnia się trzy główne odmiany gatunku ludzkiego:

Odmianę białą cechują: skóra biała w odcieniu od różowego do śniadego, oczy i włosy jasno zabarwione, ale niekiedy mogą też być ciemne, włosy o owalnym przekroju ukośnie osadzone w skórze, silne owłosienie ciała, twarz średnio szeroka lub wąska i krótka zwężająca się ku przodowi z wysuwającą się ku przodowi okolicą nosową, kości jarzmowe mało wystające, nos wysoki, wąski, wysunięty ku przodowi, otwory nosowe wydłużone, ustawione wyraźnie w kierunku strzałkowym, oczy



Ryc. 3.4.2. Rozprzestrzenienie człowieka na Ziemi
1 — strefa odmiany białej, *2* — strefa odmiany żółtej, *3* — strefa odmiany czarnej

duże o szparach poprzecznie poziomych, powieka górna wolna od fałdy mongolskiej, dolna część twarzy ortognatyczna, wargi wąskie, cienkie, usta stosunkowo wąskie;

Odmianę żółtą cechują: żółty odcień skóry, nickiedy do czerwonawego koloru włącznie, oczy i włosy zabarwione wybitnie ciemno, grube sztywne i proste włosy o przekroju okrągłym, prostopadle osadzone w skórze, skąpe owłosienie ciała, twarz duża, wysoka, w zarysie okrągła, szeroko ustawione kości jarzmowe, średnio szeroki, płaski nos, znacznej wysokości, otwory nosowe owalne, ustawione ukośnie, odchylające się na zewnątrz, oczy małe z wąską szparą, ustawione nieco skośnie w kierunku od wewnątrz do zewnątrz, powieka górna pokryta fałdą mongolską, bardzo słabo wyrazony prognatyzm, wargi cienkie o miernej szerokości. Cechy fizyczne tej odmiany, według niektórych badaczy, wykazują przystosowanie do klimatu zimnego;

Odmianę czarną cechują: barwa skóry ciemnobrunatna do czekoladowej włącznie, ciemne zabarwienie oczu i włosów, włosy silnie skręcone o przekroju owalnym lub nerkowatym, osadzone w skórze sierpowato, twarz zwykle mała, wąska lub zaokrąglona, nos szeroki o niskiej lub średniej nasadzie, osie otworów nosowych ustawione w płaszczyźnie czołowej, oczy ustawione tak jak u odmiany białej, czasami tylko z występującą fałdą mongolską, dolna część twarzy wysunięta wyraźnie ku przodowi, wyraźnie prognatyczna, wargi mięsiste, szpary ustne dość szerokie. Niektórzy autorzy uważają, że odmiana ta przystosowana jest do klimatu o dużym nasłonecznieniu.

Charakterystyka elementów antropologicznych wyróżnionych przez J. Czekanowskiego przedstawia się następująco:

1. Element nordyczny - zamieszkuje przede wszystkim tereny okalające Morze Północne i Morze Bałtyckie oraz górne dorzecze Dniepru. Ponadto występuje w pewnej liczbie wśród innych elementów na całej kuli ziemskiej Cechuje go biała skóra o różowawym odcieniu, jasne włosy i oczy, duża wysokość ciała, smukła budowa ciała, stosunkowo krótki tułów i długie kończyny, wąskie stopy i dłonie, wąska wydłużona głowa, podłużna wąska twarz, prosty-lekko wąski nos;

2. Element śródziemnomorski w największym skupieniu występuje na terenach położonych nad Morzem Śródziemnym oraz nad wybrzeżem Oceanu Atlantyckiego w Europie aż po Skandynawię, następnie w północno-wschodniej Afryce, a także prawdopodobnie w południowo-zachodniej Azji. Odznacza się białą skórą z odcieniem śniadym, ciemnymi włosami, ciemnymi oczami, stosunkowo niskim wzrostem, prawidłowymi proporcjami tułowia i kończyn dolnych, wąską wydłużoną głową, dość szerokim czołem, owalną lekko wydłużoną twarzą i wąskim nosem;

3. Element armenoidalny — centrum ich występowania to Azja, szczególnie Kaukaz oraz zachodnia część Półwyspu Bałkańskiego, a także tereny masywu górskiego środkowej Europy. Cechuje go biała skóra z odcieniem śniadym, kruczoczarne włosy i ciemne oczy, dość duża wysokość ciała, tułów krótszy w stosunku do kończyn, krótka prawie okrągła głowa o spłaszczonej potylicy, stosunkowo długa twarz oraz wąski mięsisty bardzo wystający (garbaty) nos;

4. Element laponoidalny — zamieszkuje podbiegunowe terytoria Europy oraz centralnej Azji, w znaczym stopniu występuje również w północno-wschodniej Europie oraz na górzystych terenach Europy środkowej (Karpaty, Alpy). Cechuje go płowożółta skóra, niezbyt ciemne oczy i włosy, mała wysokość ciała, długi tułów i krótkie kończyny o małych szerokich dłoniach i stopach, kulista bardzo szeroka głowa, twarz szeroka z wystającymi kośćmi jarzmowymi i szeroko ustawionymi łukami jarzmowymi, nos krótki, średnio szeroki i płaski;

5. Element arktyczny — zamieszkuje obszar arktyczny Ameryki Północnej, w licznych skupieniach występuje w północno-wschodniej Azji (Tybet) i na pozostałym obszarze Ameryki Północnej. Cechuje go skóra o intensywnym żółtym odcieniu, ciemne, proste włosy, bardzo wydłużona głowa, dość szeroki nos, mała wysokość ciała;

6. Element nigrycki albo sudański zamieszkuje głównie Sudan oraz w mniejszych skupiskach pozostałe części Afryki, a także Melanezję i Australię. Cechuje się bardzo ciemną skórą, czarnymi wełnistymi włosami, ciemnymi oczami, wysokim wzrostem, smukłą budową ciała, długimi słabo umięśniowymi kończynami, bardzo długą głową, krótką szeroką twarzą, bardzo szerokim nosem. Typ ten ma najlepiej reprezentować elementy odmiany czarnej.

Charakterystyka wydzielonych przez J. Czekanowskiego typów antropologicznych przedstawia się następująco:

1. Typ subnordyczny - mieszaniec rasy nordycznej i laponoidalnej, jego cechy morfologiczne wykazują dużą zmienność. Cechuje go jasna pigmentacja, średnia, okrągła głowa, twarz okrągła, niekiedy wystające kości jarzmowe, oczy

głęboko osadzone, szpara oczna pozioma, niekiedy ślady fałdy mongolskiej, nos różnych kształtów, najczęściej średnio szeroki o grzbiecie falistym, średnia wysokość ciała;

2. Typ sublaponoidalny — mieszaniec rasy śródziemnomorskiej i laponoidalnej. Posiada wydłużoną głowę, szeroką twarz, czoło niskie, nos średnio szeroki, zwykle wklęsły profil nosa, oczy przeważnie ciemne, niekiedy zielonkawe, włosy grube i proste, ciemne w odcieniu rudawym, skórę barwy płowej, małą wysokość ciała;

3. Typ północno zachodni — mieszaniec rasy nordycznej i śródziemnomorskiej. Posiada szeroką twarz, dużą dysharmonię w budowie twarzy górnej i całkowitej, nos wykazujący dużą zmienność, również dużą zmienność barwy włosów i oczu (np. występuje dysharmonia w pigmentacji, tj. jasne włosy są skojarzone z ciemnymi oczami czy odwrotnie), dużą zmienność wysokości ciała;

4. Typ dynarski — jest mieszańcem rasy nordycznej i armenoidalnej. Cechuje go pigmentacja zasadniczo ciemna, głowa krótka, twarz długa i szeroka, nasada nosa wysoka, wąska, o grzbiecie również wąskim, o profilu prostym lub garbatym, średnia lub ponad średnia wysokość ciała;

5. Typ alpejski - mieszaniec rasy armenoidalnej i laponoidalnej. Jest to typ ciemnopigmentowany, wybitnie krótkogłowy, o twarzy średnio szerokiej lub wąskiej, wąskim lub średnio wąskim nosie o profilu różnego kształtu, o małej lub średniej wysokości ciała;

6 Typ litoralny — mieszaniec rasy śródziemnomorskiej i armenoidalnej. Cechuje go pośrednio- lub ponadkrótkogłowość, twarz średnio szeroka, owalna, nos dość wąski, o szerokawej nasadzie, włosy silnie faliste, średnia wysokość ciała;

7. Typ paleoazjatycki - mieszaniec rasy nordycznej i arktycznej. Cechuje go długa głowa, szeroka i niska twarz, dość szeroki nos, płaski grzbiet nosa, skóra jasnopłowa, oczy ciemnopigmentowane, włosy faliste aż do kędzierzawych, brązowe lub czarne;

8. Typ centralno-azjatycki — mieszaniec rasy laponoidalnej i arktycznej. Cechuje go krótka niska czaszka, szeroka i płaska twarz, występowanie fałdy mongolskiej, wybitnie żółta barwa skóry, ciemne oczy i włosy;

9. Typ pacyficzny — mieszaniec rasy arktycznej i armenoidalnej. Posiada lekko wydłużoną głowę, wąską lub średnio szeroką twarz, wąski nos, jasnożółtą barwę skóry, ciemne włosy i oczy;

10. Typ paleoamerykański — mieszaniec rasy arktycznej i śródziemnomorskiej. Posiada silnie wydłużoną głowę, szeroką twarz, szeroki nos, śniadożółtą barwę skóry, ciemne włosy z tendencją do falistości, ciemne oczy;

11. Typ pacyficzny — mieszaniec rasy arktycznej i armenoidalnej. Posiada lekko wydłużoną głowę, wąską lub średnio szeroką twarz, wąski nos, jasnożółtą barwę skóry, ciemne oczy i włosy;

12. Typ negroidalny — mieszaniec rasy nigryckiej i arktycznej. Cechuje go silnie wydłużona głowa, szeroki spłaszczony nos, brunatnożółta barwa skóry, ciemne włosy i oczy, włosy często kształtu fil fil. Często u przedstawicieli tego typu występuje steatopygia;

Ryc. 3.4.3. Formacje antropologiczne Europy

1 — śródziemnomorska, *2* — euroafrykańska, *3* — kaukusko-bałkańska, *4* — atlantycka, *5* — litoralna formacja nordyczna, *6* — kontynentalna formacja nordyczna, *7* — subnordyczna, *8* — wyżynno-laponoidalna, *9* — środkowoeuropejska formacja mieszana, *10* — eurazjatycka leśna. W przedstawionym ujęciu Europę zamieszkuje 10 formacji antropologicznych ogarniających duże tereny, na których charakterystyczna właściwość populacji stanowi podobne ustosunkowanie składników antropologicznych, uwarunkowane momentami historycznymi

13. Typ mediterranoidalny — mieszaniec rasy śródziemnomorskiej i nigryckiej. Charakteryzuje go miernie wydłużona głowa, średnio szeroka twarz, niezbyt szeroki nos, ciemnośniada barwa skóry;

14. Typ australoidalny — mieszaniec rasy nigryckiej i nordycznej. Posiada silnie wydłużoną głowę, szeroki nos, ciemne faliste włosy, ciemne oczy, wyraźny prognatyzm, silnie zaznaczone łuki nadoczodołowe, brązową barwę skóry;

15. Typ austroafrykański — mieszaniec rasy nigryckiej i laponoidalnej. Cechuje go lekko wydłużona głowa, szeroka twarz i szeroki nos, brunatna barwa skóry, ciemne oczy i włosy, włosy wełniste lub fil-fil, twarz silnie prognatyczna.

Koncepcje J. Czekanowskiego i jego współpracowników jakkolwiek bardzo spójne w swoich założeniach metodycznych, dla innych antropologów były niejednoznaczne i dyskusyjne. Podstawowe zarzuty jakie w stosunku do tej koncepcji zostały wytoczone, można sprowadzić do dwóch zasadniczych kwestii. Po pierwsze, tzw. kierunek łódzki, reprezentowany przez T. Henzla i I. Michalskiego, choć w zakresie założeń biologicznych kontynuował idee Szkoły Lwowskiej, to jednak pod wzglę-

dem metodyki badań negował matematyczne podejście do problemu. Po drugie, wielu antropologów wysunęło duże zastrzeżenia co do realności założeń metodycznych J. Czekanowskiego. Stwierdzono, że nie są możliwe do przyjęcia założenia wynikające ze sformułowanych przez J. Czekanowskiego praw (liczebności typów, średniej arytmetycznej) oraz założenia genetyczne, pozwalające na rozróżnianie typów czystych i mieszanych, pozwalające na przyjmowanie monozygotycznego charakteru dziedziczenia typu antropologicznego czy też na tle ogólniejszej w naukach biologicznych krytyki typologicznego analizowania zmienności wewnątrzgatunkowej podważono genetyczny sens realności typu antropologicznego. Pomijając szczegóły dyskusji pomiędzy „typologami" a „populacjonistami" na temat koncepcji rasy w naukach biologicznych, warto przytoczyć zasadnicze argumenty używane przez przedstawicieli tych dwóch kierunków na gruncie antropologii. Z głównych twórców koncepcji typologicznych na gruncie antropologii polskiej dyskusję taką podjął J. Czekanowski twierdząc, że jego zdaniem istnieją pewne ograniczone, lecz realne możliwości użytkowania tradycyjnej koncepcji składu antropologicznego nawet wówczas, gdy zgodzimy się z tym, że pojęcie rasy może być stosowane wyłącznie do populacji. Uznał on bowiem, że rasy ludzkie w ujęciu typologicznym mogą być przecież traktowane jako realności biologiczno-rachunkowe i w związku z tym ich istnienie nie wymaga uzasadnień genetycznych. Zabieg polegający na określeniu taksonomicznym osobnika można bowiem traktować jako zastosowanie wielocechowej analizy do opisu jego morfologii, według przyjętych wzorców (definicji ras, typów czy elementów). W późniejszych dyskusjach A. Wierciński, stosujący często pojęcie składu rasowego i struktury rasowej, wielokrotnie podkreślał, że składy typologiczne mogą być przydatne w procesie badawczym, gdy używamy ich jako metody zredukowanego opisu morfologii danej grupy. Stąd też pewne grono antropologów sądzi, że skład antropologiczny, określany według koncepcji typologicznej, może oddać określone usługi w badaniach zróżnicowania międzypopulacyjnego, a szczególnie populacji blisko spokrewnionych, przy czym w badaniach tych musimy założyć, że plastyczność cech, na podstawie których skład ma być obliczony równa się zeru oraz, że cechy te nie podlegają działaniu innych mechanizmów niż hybrydyzacja. Oznacza to, że różnice międzypopulacyjne w cechach morfologicznych będące obiektem naszego zainteresowania powstały jedynie na skutek izolacji rozrodczej, natomiast podobieństwa w budowie morfologicznej grup nawet dość znacznie oddalonych przestrzennie są wynikiem migracji osobników między tymi grupami. Przy powyższych założeniach skład antropologiczny obliczony metodą punktów odniesienia można traktować jako swoistego rodzaju informację o odległości biologicznej między grupami ludzkimi, która jednocześnie informuje nas o stopniu podobieństwa morfologicznego tych grup, a także zawiera dane o właściwościach budowy morfologicznej badanych grup. Z formalnego punktu widzenia metoda ta może być traktowana jedynie jako statystyczna procedura badawcza, stąd wydzielanie w niej wzorców, z którymi porównuje się cechy osobników lub grup, nie wymaga uzasadnień genetycznego sensu istnienia typu (osobnika wzorcowego) czy też założeń o istnieniu typów czystych i mieszanych, liczby typów, czy też innych omówionych poprzednio.

Zupełnie odmienne stanowisko metodologiczne zajmują antropolodzy popierający koncepcję populacyjnego pojmowania rasy. Są oni zdania, że termin rasa może być stosowany wyłącznie do zbiorowości ludzkiej jaką jest populacja. Twierdzą oni, iż typologiczne pojmowanie rasy jest zupełnie nieuzasadnione z co najmniej następujących powodów:

1. Definicje wyróżnionych w typologii jednostek taksonomicznych są apriorycznе i opierają się na sztucznie wydzielonych fragmentach rozkładu cech ciągłych lub ich zespołów, podczas gdy cechy używane w typologii wykazują na pewno zmienność ciągłą. Tak wydzielone rasy nie są od siebie ostro odgraniczone, a gdyby uszeregować je według zakresów zmienności cech użytych do ich wydzielenia, to typy morfologiczne zmieniałyby się stopniowo, bez żadnych uchwytnych różnic jeden w drugi;

2. Uzasadnianie typologii w sensie genetycznym, plejotropowym lub sprzężonym dziedziczeniem cech rasowych jest bezpodstawne, ponieważ cechy te są prawie na pewno poligeniczne, tj każda z nich zależy od kilku dziedziczonych niezależnie par genów. Poza tym nie stwierdzono żadnych wyraźnych sprzężeń genetycznych w dziedziczeniu cech używanych w systematyce, natomiast przekrzyżowanie chromosomów stosunkowo szybko rozłącza cechy nawet silnie sprzężone;

3. Koncepcja typologiczna jest abiologiczna, ponieważ przyjmuje statyczne pojęcie rasy, a co za tym idzie stoi na stanowisku antyewolucyjnym. Nie ma natomiast podstaw do tego, aby uważać, że ewolucja biologiczna gatunku ludzkiego zahamowała się z momentem powstania pewnej liczby ras ludzkich, a dalsze zmiany wewnątrzgatunkowego zróżnicowania człowieka są już tylko wynikiem wymiany i przepływu genów między grupami ludzkimi.

W świetle powyższych ustaleń koncepcję rasy można jedynie sformułować jako proces prowadzący do powstania jednostki zróżnicowania wewnątrzgatunkowego na drodze ewolucji gatunku. Ponieważ przedmiotem ewolucji są populacje, a nie osobniki, stąd problem zróżnicowania rasowego może być tylko rozpatrywany na poziomie populacyjnym.

Typologiczne koncepcje kierunku morfologiczno-porównawczego

Podstawowe koncepcje tego kierunku, reprezentowanego przez T. Henzla i I. Michalskiego oraz grono współpracujących z nimi antropologów, były kontynuacją ujęcia Lwowskiej Szkoły Antropologicznej, jednakże podejście metodyczne można określić jako morfologiczną reakcję na statystyczne ujęcia J. Czekanowskiego. W ujęciu tego kierunku przyjmowano, że systematyka człowieka jest tylko częścią biosystematyki, a więc winny w niej obowiązywać zasady, które stosowane były ówcześnie w całej systematyce. Oznacza to, że kryterium podziału i podział populacji winien odbywać się na zasadzie wrażenia morfologicznego, wyrabianego w konkretnych przypadkach na podstawie odpowiednich skal, określających zmienność

cech używanych w systematyce. Podobieństwa morfologiczne osobników pozwalają na przyjęcie ich identyczności genetycznej. Uznawano, że jednostki systematyczne istnieją obiektywnie, a ich liczba jest ściśle określona i niezmienna. Wyznawano zasadę konsekwencji taksonomicznej, mówiącą o tym, że tylko osobniki ściśle odpowiadające typom mogą być do nich zaliczone. Spowodowało to konieczność twierdzenia, że zmienność form ludzkich w przestrzeni może wynikać tylko ze zróżnicowania typologicznego, a zmienność w czasie (procesy mikroewolucyjne) tłumaczono selekcją całych typów lub ras, nie dopuszczając możliwości selekcji ze względu na daną cechę organizmu ludzkiego.

Przyjęcie takich założeń wymuszało konieczność wydzielania znacznej liczby ras i typów morfologicznych, przy czym nie wszyscy osobnicy „mieścili" się swoimi cechami morfologicznymi w zakresach zmienności wydzielonych już wcześniej typów czy ras. Stąd w systemie tym przybywało ciągle nowych typów i ras. Wydzielano też liczne jednostki taksonomiczne niższego rzędu aniżeli typ antropologiczny, takie jak frakcje (osobnicy o różnym udziale procentowym składników innych typów), facje (osobnicy o drobnych zmianach morfologii, w stosunku do „swojego" typu antropologicznego, wywołanych przez oddziaływanie środowiska), aberracje — czyli tzw. zmiany przypadkowe (osobnik danego typu ma wykształconą jakąś cechę lub większą liczbę cech w sposób inny niż zakłada to definicja typu, który reprezentuje) morfy — mające charakteryzować cechy niedziedziczne rasowo, tj. takie, które są silnie plastyczne pod wpływem czynników środowiska.

W tym systemie typologicznym, metoda wydzielania ras i typów prowadziła do dużej dowolności taksonomicznych określeń, a koncepcyjnie nie różnił się on od innych ujęć. Po określeniach taksonomicznych osobników, skład antropologiczny obliczany był metodą połówkowania. Dotychczas opublikowane opracowania antropologiczne, w których stosowane były zasady kierunku morfologiczno-porównawczego dotyczyły zagadnień zróżnicowania biologicznego grup ludzkich zamieszkujących Europę, chociaż starano się opracować materiały pochodzące i z innych kontynentów. Kierunek ten jest mało rozpowszechniony ze względu na bardzo skomplikowaną, a zarazem dyskusyjną procedurą indywidualnych określeń taksonomicznych.

Metoda przekrojów korelacyjnych Stołyhwów i ich koncepcje zróżnicowania rasowego człowieka

W opozycji do genetycznych założeń Szkoły Lwowskiej K. Stołyhwo przedstawił własny punkt widzenia na zagadnienia zróżnicowania wewnątrzgatunkowego człowieka. W ujęciu tym rasa stanowi kierunek rozwojowy grupy o specjalnych cechach morfologicznych, który zmienia się w jej rozwoju historycznym. Jednostką niższą od kierunku rozwojowego były zespoły morfologiczne, natomiast kierunki rozwojowe mogą być łączone w gałęzie lub odłamy odpowiadające odmianom. Duże znaczenie

przypisywał Stołyhwo formotwórczej roli środowiska, a w procesie krzyżowania odrzucał możliwość rozszczepania się cech ciągłych. Z tego powodu koncepcja ta wykazywałaby pewne nawiązania do poglądów populacyjno-geograficznych.

K. i E. Stołyhwowie zaproponowali własną metodę analizy typologicznej grup ludzkich, zwaną metodą przekrojów korelacyjnych. Metoda ta opiera się na dwóch następujących założeniach:

1) elementy rasowe jakiejkolwiek populacji składają się z osobników, którzy są do siebie podobni ze względu na specyficzny zespół cech charakterystycznych dla danego elementu, cech wykazujących poza tym tendencję do współistnienia;

2) osobnicy ci przekazują ten charakterystyczny dla nich zespół cech swemu potomstwu.

Inaczej mówiąc, punktem wyjścia tej metody jest założenie, że zespół morfologiczny tworzy grupa osobników charakteryzujących się specyficznym zespołem cech (zasadniczo kategorii tych cech), które wykazują zależność stochastyczną. Pierwszym etapem w tej metodzie jest ustalenie związków zachodzących pomiędzy parami branych pod uwagę cech wykorzystując tablice korelacyjne wszystkich badanych par, w ogólnej liczbie $\frac{1}{2}n(n-1)$ par (gdzie n jest liczbą cech). Drugi etap polega na wykonaniu tzw. przekroju korelacyjnego, na drodze rozpatrzenia jak zachowują się wszystkie inne cechy, z punktu widzenia każdej pary cech wykazujących pomiędzy sobą wyraźne związki korelacyjne. W trzecim etapie ustala się, które kombinacje cech wykazujące tendencję do współistnienia są realnie reprezentowane w badanym materiale. Ostatnim etapem analizy powinno być porównanie wyodrębnionych zespołów morfologicznych do znanych z literatury opisów typów antropologicznych oraz obliczenie ich liczebności w badanym materiale.

Tak więc związki między parami cech analizuje się na podstawie tablic wielodzielczych $k_1 \times k_2$ (gdzie k_1 jest liczbą kategorii cechy pierwszej, a k_2 liczbą kategorii cechy drugiej), a podstawą podziału cechy na kategorie jest kształt jej rozkładu w populacji i odchylenie standardowe. Metoda ta szczegółowo opisana jest w podręcznikach i czasopismach antropologicznych.

Populacyjna koncepcja rasy

Na powstanie i rozwój współczesnych poglądów na podział gatunku ludzkiego ogromny wpływ wywarły osiągnięcia ewolucjonizmu i genetyki. Dla zrozumienia tego problemu warto w znacznym uproszczeniu przedstawić krótki rys rozwoju współczesnej biologii.

Na początku XX wieku ugruntowały się w systematyce ujęcia oparte na darwinowskiej teorii ewolucji, a później na syntetycznej teorii ewolucji. Taki stan rzeczy zmuszał badaczy do utworzenia systemu podziału wewnątrzgatunkowego, odzwierciedlającego pochodzenie form żywych. Bardzo ważnym osiągnięciem było sformułowanie chromosomowej teorii dziedziczenia. Rozważono też kwestię sformu-

łowania poprawnej definicji gatunku oraz poddano krytyce tradycyjne pojęcie o podziałach wewnątrzgatunkowych, w związku z bardzo intensywnym rozwojem genetyki populacyjnej. Nie bez znaczenia dla tych kwestii był rozwój biochemii i fizjologii. Dyscypliny te pozwoliły systematykom na znalezienie nowych cech diagnostycznych. W tym okresie zaobserwować można również coraz szersze stosowanie w badaniach biologicznych metod statystycznych.

W populacyjnej koncepcji rasy przyjęto, że przedmiotem ewolucji są populacje, a nie osobniki, gdyż wszystkie mechanizmy biologiczne wywołujące ewolucję (a zwłaszcza najważniejszy z nich — selekcja naturalna) są ściśle związane ze zjawiskami rozrodu i dlatego są procesami o charakterze populacyjnym, a nie osobniczym.

> W świetle nowej definicji rasa jest mniej lub bardziej izolowaną, zasiedlającą wspólne terytorium populacją osobników pewnego gatunku, różniącą się od innych populacji tego gatunku częstością występowania pewnego genu lub większej liczby genów.

Inaczej mówiąc – za rasę można uznać populację lub zbiór populacji gatunku ludzkiego różniący się od innych populacji częstością występowania lub wartościami średnimi niektórych cech dziedzicznych. Rasy gatunku ludzkiego nie mogą być wyraźnie odgraniczone i wyodrębnialne, ponieważ granice ich ulegają zatarciu przez mniej lub bardziej nasilające się procesy wymiany genów. Kwestia ta wydaje się łatwa do zrozumienia, jeżeli uzmysłowimy sobie, że rasy są jednostkami systematycznymi wzajemnie otwartymi, a przy zmniejszaniu się odległości genetycznej (np. z momentem zasiedlenia wspólnego obszaru) z reguły ulegają zmieszaniu. Różnice między rasami mają więc charakter ilościowy, stąd cechy obserwowane w obrębie jednej rasy występują też lub mogą występować w obrębie innych ras. Proces tworzenia się ras polega na wyodrębnianiu się populacji cechujących się różnymi pulami genów, a więc proces ten wynika z działania czynników regulujących stan i przemiany puli genów populacji. Wydaje się, że najistotniejsze znaczenie w powstawaniu i utrzymywaniu się zróżnicowania rasowego u człowieka należy przypisać selekcji naturalnej i izolacji rozrodczej.

Przez pojęcie izolacja rozumiemy zespół czynników, które sprawiają że częściej zachodzi krzyżowanie osobników należących do jednej niż do różnych populacji. Jest to więc przede wszystkim izolacja rozrodcza. W świecie zwierzęcym jedynym czynnikiem wywołującym izolację jest tzw. „bariera", czyli czynnik geograficzny lub ekologiczny, wynikający z naturalnych przeszkód w postaci zbiorników wodnych, masywów górskich itp. oraz z odległości rozumianej w ten sposób, że osobnicy rozmieszczeni niedaleko od siebie krzyżują się znacznie częściej niż osobnicy znacznie oddaleni. Czynnik geograficzny miał w przypadku gatunku ludzkiego wielkie znaczenie i odgrywał w procesie rasogenezy ważną rolę. Obok niego u człowieka działają również i inne czynniki izolacji, wynikające ze zróżnicowania grup ludzkich pod względem kulturowym. Tak więc izolację populacji ludzkich można podzielić na „barierową" gdy kontakt między grupami utrudnia sytuacja geograficzna, „odległościową" — gdy odległość doprowadza do rzadszych krzyżowań oraz „kulturową" gdy względy kulturowe ograniczają możliwość zawierania małżeństw z osobnikami np. jakiejś innej grupy.

Bez względu na stopień izolacji grup ludzkich każda populacja stanowi system całkowicie otwarty, a wchodzący w jej skład osobnicy zazwyczaj w znacznej liczbie przybyli do niej z zewnątrz. Rozpatrzono wiele sytuacji teoretycznych, w których rozmieszczenie populacji warunkowało tempo wymiany genów z innymi populacjami. Najprostszą sytuacją w tych rozważaniach może być taka, że populacja rozmieszczona jest równomiernie na całym terenie, a osobnicy stanowiący ją wykazują różny stopień mobilności przy danym poziomie gęstości zaludnienia. Wówczas stopień izolacji populacji może być mierzony przez parametr „sąsiedztwa", który matematycznie można zdefiniować jako odwrotność prawdopodobieństwa samozapłodnienia się osobnika. Funkcja, na podstawie której można by obliczyć to prawdopodobieństwo składa się więc ze zmiennych określających gęstość populacji oraz wariancji między miejscami urodzenia rodziców i potomstwa.

Można by przedstawić szereg teoretycznych modeli wymiany genów między grupami ludzkimi, uwzględniających wiele zmiennych warunkujących względną izolację międzygrupową, jednakże nie zajmując się dalej tymi zagadnieniami warto jedynie stwierdzić, że izolacja grup była czynnikiem „ułatwiającym" powstanie zróżnicowania rasowego. Warto również dodać, że określenie stopnia izolacji grup daje nam pośrednio informację o innym istotnym czynniku ewolucji, jakim jest przepływ i wymiana genów.

Międzypopulacyjne różnice w pulach genów są efektem szeroko rozumianej adaptacji populacji do określonych warunków środowiska, stąd izolacja między grupami ludzkimi nie może być warunkiem wystarczającym dla wywołania tego zróżnicowania, lecz jedynie może je utrzymywać. Jedynym mechanizmem genetycznym, co warto z naciskiem podkreślić, zdolnym do wywołania ewolucji kierunkowej, a więc procesu rasogenezy, może być selekcja naturalna, która również może utrzymywać to zróżnicowanie międzypopulacyjne, jak również zmienność wewnątrzgatunkową. W procesach tworzenia się ras selekcja naturalna jest najistotniejszym czynnikiem zmieniającym zasób odtwarzanej międzypokoleniowo informacji genetycznej danych populacji Czynnik ten może utrzymywać różnice między populacjami nawet przy wysokim natężeniu migracji (braku izolacji barierowej czy odległościowej), gdy lokalne czynniki środowiska zapewniają lepszy sukces reprodukcyjny osobnikom tylko o określonych genotypach. Utrzymująca się względna izolacja grup ludzkich w okresach pradziejowych i historycznych, wynikająca z rozmieszczenia geograficznego grup lub ich technologiczno-organizacyjnych możliwości kontaktów międzygrupowych, była niewątpliwie warunkiem niezbędnym i bardzo korzystnym dla ukształtowania się zróżnicowania rasowego, które wywołane zostało niewątpliwie przez kompleks czynników odpowiedzialnych za stan i przemiany puli genów.

Jak powiedziano powyżej, najistotniejszym czynnikiem regulującym stan i przemiany puli genów populacji, a jednocześnie podstawowym mogącym wywołać ewolucję kierunkową jest selekcja naturalna (dobór naturalny). Uważa się, że właśnie procesy selekcyjne były siłą napędową całego rozwoju filogenetycznego gatunku ludzkiego. Przyjmuje się, że zróżnicowanie rasowe jest w bardzo dużej mierze wytworem różnokierunkowej (tzn. różnej w różnych środowiskach) selekcji

naturalnej. Jej działanie polega między innymi na tym, że nie doprowadza ona do powstania ze względu na zachodzące między grupami ludzkimi procesy migracji, populacji o prawie identycznej strukturze genetycznej, tj. że utrzymuje w różnych populacjach tylko pewne zakresy zmienności cech z całego wachlarza zmienności gatunkowej. Teorię doboru naturalnego (selekcji naturalnej) sformułowali niezależnie A. R. Wallace i K. Darwin w 1858 roku, a w formie udokumentowanej materiałem obserwacyjnym K. Darwin w 1859 roku w swym dziele *O pochodzeniu gatunków*. W ciągu ostatniego stulecia została ona znacznie rozwinięta.

> O występowaniu selekcji naturalnej będziemy mówili wówczas, gdy nosiciele jakiejś cechy uwarunkowanej genetycznie różnią się od innych osobników nie tylko charakterem tej cechy, ale i skutecznością rozrodu.

Rola doboru naturalnego sprowadza się do przekazywania z pokolenia na pokolenie genów korzystnych w istniejących warunkach środowiska i do hamującego wpływu na przekazywanie genów mniej korzystnych. Definicję doboru naturalnego w ramach teorii Huxleya formułuje się, że jest to zróżnicowane (wybiórcze) przezycie osobników wchodzących w skład populacji, probabilistycznie zdeterminowane przez układ stosunków organizmy (żyjące w populacji i stanowiące układy teleonomiczne) a ich środowisko biotyczne i abiotyczne i pociągające za sobą zróżnicowane rozmnażanie się oraz zróżnicowaną transmisję genów (Cz. Nowiński 1974). W syntetycznej teorii ewolucji dobór naturalny jest to zróżnicowane rozmnażanie się osobników funkcjonujących „dla" wydania potomstwa i zróżnicowania transmisji genów do najbliższego pokolenia, z tym że układ stosunków organizm (w sensie genotypu i fenotypu)–populacja–środowisko określa względną wydajność reprodukcyjną poszczególnych członków populacji. Sperlich (1977) sądzi, że selekcja naturalna jest siłą determinującą skład genetyczny pul genowych i powoduje, że jest on optymalnie przystosowany do warunków środowiska. Innymi słowy, zjawisko doboru naturalnego polega na różnicującej i nielosowej reprodukcji różnych genotypów, stanowiące najbardziej istotny czynnik ewolucyjny, powodujący kierunkowe zmiany frekwencji genów i genotypów w populacjach. E. Mayr (1974) sądzi, że współczesne poglądy na selekcję naturalną pochodzą z dwóch źródeł. Pierwszym jest analiza matematyczna Fischera i innych badaczy, drugim — przytłaczająca ilość danych zebranych przez przyrodników na temat wpływu środowiska na organizmy żywe. W tej sytuacji równie istotną jak definicja doboru naturalnego okazuje się definicja środowiska, względem którego procesy selekcyjne są realizowane.

Pojęcie środowiska używane jest w bardzo różnorodnym znaczeniu, a z licznych definicji, dla potrzeb badań populacyjnych i genetycznych czy ekologicznych, warto przytoczyć następujące. Racovitz (1929) sądzi, że w szerokim znaczeniu przez środowisko należy rozumieć całość elementów materialnych, zjawisk i energii, od których zależy istnienie istoty żywej. Trojan (1975) uważa, że najogólniej pojęcie środowiska oznacza sumę wszystkiego co znajduje się w otoczeniu jakiegoś obiektu żywego lub nieożywionego. Ogólnie dla potrzeb badań genetycznych, w tym problemów zróżnicowania wewnątrzgatunkowego, za środowisko uważa się zespół czynników, pod wpływem których organizm, genotyp czy specyficzny locus genotypu

powstał lub aktualnie się znajduje, czyli zespół czynników zewnętrznych względem materiału dziedzicznego. Każdy więc gatunek stanowi układ biologiczny, którego informacja genetyczna pozostaje w stanie równowagi dynamicznej z czynnikami pozagenetycznymi. Na każde zachwianie tej równowagi układ biologiczny reaguje na drodze doboru naturalnego. Ze względu na charakter układu biologicznego działanie doboru naturalnego może być rozpatrywane w dwóch aspektach. W pierwszym rzędzie można analizować w pojedynczej populacji różnice w tempie reprodukcji osobników o różnym wyposażeniu genetycznym. Naturalna selekcja, wyrażona w tym przypadku relatywnym zróżnicowaniem sprawności genotypów, po jakimś czasie zmieni przeciętną sprawność puli genowej populacji. Drugim aspektem badań może więc być analiza różnic tempa reprodukcji między populacjami. Sprawność (fitness) jest miarą przystosowania genotypu (genu, populacji) do warunków środowiska. Jeśli więc środowisko, w którym żyje populacja zachowuje przez dłuższy czas względną stałość, to większość mutantów korzystnych (zmutowanych genów) i migrantów o genotypach podobnych jak osobniki żyjące w danej populacji, stabilizowane są w ramach normy przystosowawczej, natomiast wszystkie nowo powstałe mutanty (tzw. niekorzystne) są selekcjonowane, gdyż mają charakter szkodliwy. Podobnie mogą być selekcjonowane geny migrantów lub ich potomków. Sprawność można więc zdefiniować jako zdolność do wnoszenia maksymalnej ilości materiału genetycznego do puli genowej następnych pokoleń lub po prostu jako zdolność do możliwie wysokiej efektywnej reprodukcji. Osobniki o dużej wartości przystosowawczej wnoszą więc wysoki wkład, a z małą niewielki wkład do puli genowej pokolenia potomnego. Pojęcie sprawności czy wartości przystosowawczej, a z angielskiego zwanej „fitness" może być stosowane zarówno do genu, genotypu (osobnika), jak i populacji. Jednakże często na sprawność populacji nie składa się prosta suma sprawności genotypów czy genów, bowiem zależnie od środowiska inne mogą być „interesy" osobnika i populacji.

Miarą działania doboru naturalnego jest zróżnicowanie sukcesu reprodukcyjnego osobnika lub ich grup, a nacisk selekcyjny może ograniczać stąd sukces reprodukcyjny od momentu zapłodnienia jaja do zakończenia przez osobnika efektywnej reprodukcji, dlatego bardzo trudna, a praktycznie niemożliwa staje się obserwacja wszelkich zjawisk warunkujących sukces reprodukcyjny osobników. W praktyce badawczej sposobność działania doboru naturalnego możliwa jest do obserwacji na podstawie analizy płodności i wymieralności w danej populacji. Istotnym podejściem badawczym w badaniach selekcji naturalnej są matematyczne formuły szacowania potencjału selekcyjnego populacji i sposobności do działania selekcji w populacji, które zostały omówione w rozdziale poświęconym zagadnieniom genetyki populacyjnej.

Obok omówionych czynników genetycznych, które mogą wywołać kierunkową ewolucję (migracji i selekcji naturalnej), istotne znaczenie dla powstawania zróżnicowania rasowego może mieć dryf genetyczny czy mutacje.

Dryf genetyczny właściwy dla małych częściowo izolowanych populacji polega na przypadkowych zmianach częstości genów. Ponieważ gamety stanowią tylko losową próbę liczniejszej zbiorowości, zdarzyć się może, że pewna cecha, np.

grupa krwi *A*, zostanie przekazana znacznie mniejszej liczbie potomstwa niż tego należałoby oczekiwać, ze względu na częstość tej cechy w pokoleniu rodzicielskim. Gdyby taka tendencja utrzymywała się w następnych pokoleniach, mogłaby zaistnieć sytuacja, że gen warunkujący tę grupę krwi „wypadłby" zupełnie z populacji. Sposobność do działania dryfu genetycznego stwarzają klęski elementarne i żywiołowe (raptowne zmniejszenie się liczebności populacji) czy rozpad dużej populacji na małe, względnie izolowane grupy. Dryf genetyczny od okresu wczesnego rolnictwa odgrywał już małą rolę w mechanizmach ewolucji, jednak mógł być ważnym regulatorem stanu puli genów populacji wówczas, kiedy grupy ludzkie składały się z małych liczebnie hord zbieraczy i łowców, prowadzących koczowniczy lub półkoczowniczy tryb życia, lub też w czasach późniejszych w populacjach, które z różnych względów były względnie izolowane.

Mutacje polegają na nagłych zmianach w genotypie, a ich najważniejszym rodzajem są mutacje genowe polegające na tym, że pewien gen osobnika rodzicielskiego zmienia się nagle w trakcie tworzenia się gamet na gen o innej właściwości, mający już odmienne działanie. Mutacje genowe jakkolwiek nie są częste, to jednak wykazują pewną regularność występowania. Oczywiście nie każde pojawienie się nowej cechy jest wynikiem mutacji, lecz może być wynikiem zamanifestowania swej obecności przez gen recesywny. Podobnie nie wszystkie mutacje muszą się ujawniać od razu, gdyż zmutowane geny z zasady są recesywne i wynikające z mutacji cechy mogą występować tylko u osobnika homozygotycznego.

Po wyjaśnieniu zjawisk zachodzących w populacjach ludzkich i omówieniu roli czynników genetycznych odpowiedzialnych za stan i przemiany puli genów, można sformułować koncepcję rasy jako jednostki powstałej na drodze ewolucji gatunku. Jednakże przedtem należy podkreślić, że ważne w procesie rasogenezy, a więc powstawania ras, było nie tylko rozszerzenie zasięgu terytorialnego i wykształcenia się zmienności przystosowawczej, ale także różna dynamika biologiczna grup ludzkich, decydująca o intensywności działania selekcji naturalnej — procesach rasotwórczych. Powstałe na drodze ewolucji biologicznej, a także kulturowej różnice rasowe między populacjami miały i mają obecnie wybitnie charakter ciągły, natomiast moment rozpoczęcia się procesu rasogenezy musiał być poprzedzony ujawnieniem się odpowiedniej zmienności genetycznej w grupach ludzkich. Według E. Mayra (1974) głównymi czynnikami utrzymującymi dany poziom zmienności genetycznej są: 1) łączenie się czynników genetycznych: cząstkowy charakter dziedziczności, 2) pojawianie się nowych genotypów na drodze rekombinacji, 3) pojawianie się nowych czynników genetycznych (mutacje, przepływ genów). Aby czynniki te mogły utrzymywać odpowiedni poziom zmienności genetycznej, struktura populacji, a przynajmniej pewne jej elementy, takie jak wielkość populacji, jej rozmieszczenie przestrzenne, stan i dynamika biologiczna, struktura socjalna, musiały być uporządkowane w ramach określonych systemów biokulturowych. W systemach tych ważną rolę odgrywa zespół czynników zewnętrznych względem organizmu, genotypu czy specyficznego locus genotypu, który nazywa się środowiskiem.

W takim układzie zależności można powiedzieć, że rasy ludzkie powstały jako rezultat uszeregowania genetycznej zmienności przez

selekcję naturalną, zgodnie z warunkami środowiska, tj. zespołem czynników zewnętrznych względem materiału genetycznego.

Rasy są więc produktem procesów adaptacyjnych, a proces ich powstania znajduje uzasadnienie w twierdzeniu o adaptacyjnej zależności populacji od warunków środowiska orzekającym, że w danych warunkach środowiska mogą przetrwać tylko populacje o określonych cechach, czyli właściwościach biologicznych

Opierając się na tej zależności adaptacyjnej, definicję rasy na poziomie populacyjnym można więc sformułować następująco.

Jako odrębną rasę można uznać każdą populację posiadającą właściwy tylko sobie pewien zakres gatunkowej zmienności genetycznej, wyznaczany przede wszystkim przez selekcję naturalną, a najbardziej stosowny względem cechującego tę populację wyposażenia informacyjnego, na które składa się zespół czynników zewnętrznych w stosunku do materiału dziedzicznego.

Z definicji tej wynika, że istotnymi regulatorami zróżnicowania rasowego gatunku ludzkiego był również cały kompleks czynników kulturowych. Dopiero sformułowanie roli czynników kulturowych w procesie przemian biologicznych populacji ludzkich pozwoliło na badanie ewolucji biokulturowej gatunku ludzkiego jako procesu polegającego na ciągłym przystosowywaniu się właściwości biologicznych i kulturowych grup ludzkich do zmieniających się warunków środowiska. Stopień zróżnicowania właściwości biologicznych populacji uzależniony był i jest zarówno od szybkości i kierunku przemian pul genetycznych grup ludzkich — na drodze działania doboru naturalnego, migracji, dryfu genetycznego itp., jak i od tempa i kierunku przemian systemów kulturowych, które obok wyposażenia genetycznego odzwierciedlają stopień adaptacji grup ludzkich do aktualnych warunków środowiska. Przemiany kulturowe w historii gatunku ludzkiego manifestowały się przede wszystkim w technologicznych i organizacyjnych możliwościach zagwarantowania przez populacje ludzkie podstawowych potrzeb życiowych. Wpływały one w sposób zwrotny na strukturę biologiczną populacji, między innymi poprzez przeobrażenia w intensywności i kierunkach działania nacisków selekcyjnych (stosunków demograficznych), co stanowiło zarazem o przeobrażeniach stanu środowiska i możliwości jego eksploatacji przez grupę ludzką, wymuszając dalszą adaptację czy to na drodze biologicznej, kulturowej, czy na obu tych drogach równolegle lub też tylko na drodze wzrostu informacji kulturowej (pozagenetycznej) bez przemian biologicznych.

W takiej sytuacji „idealną" klasyfikację zróżnicowania wewnątrzgatunkowego człowieka stanowiłby system wykonany pod względem cech właściwości adaptacyjnych grup ludzkich. Wykonanie takiego podziału, w tej chwili, wydaje się jednak niemożliwe. Współczesne populacje ludzkie, zamieszkujące określone terytoria geograficzne zamknięte granicami państwowymi, wykształciły się w okresie, kiedy informacja kulturowa ulegała znacznej komplikacji, podlegała przemianom na skutek rozpowszechniania się nowych osiągnięć technologicznych i organizacyjnych, jak również tworzenia nowych systemów społecznych. Procesom tym towarzyszył znaczny wzrost mobilności grup ludzkich lub ich członków, prowadzący do kolonizacji nowych terytoriów, powstania organizacji o charakterze państw w wyniku

współpracy kulturowej różnych grup lokalnych czy też dochodziło do ekspansji terytorialno politycznej uruchamiającej procesy akulturacji. W tym samym czasie procesy adaptacyjne w coraz większym stopniu związane były z wyposażeniem kulturowym, a nie biologicznym, tj. coraz większy zakres informacji genetycznej w różnych grupach ludzkich pozostawał w związku z wyposażeniem kulturowym, co prowadziło do powiększania się zmienności fenotypowej grup lokalnych oraz zwiększało możliwość bytowania różnych biologicznie osobników w bardzo odmiennych środowiskach, w stosunku do warunków właściwych środowiskom macierzystym dla tych osobników bądź ich grup.

W ramach populacyjnej koncepcji rasy S. C. Coon, S. M. Garn i J. B. Birdsell zaproponowali podział gatunku ludzkiego na 9 ras, przy czym wyraźnie podkreślili, że są głęboko przeświadczeni o niestałości i względności jakiegokolwiek podziału rasowego człowieka. Wyróżnione przez nich rasy nie są oczywiście liczbowo równoważne, ani też całkowicie wyodrębnione czy wewnętrznie jednolite. W związku z tym przedstawili możliwości dalszego szczegółowego podziału niektórych spośród ras „głównych" na rasy „lokalne". Podział ten według wymienionych autorów przedstawia się następująco:

1. Rasa europejska — pierwotnie obejmowała swym zasięgiem mieszkańców Europy i Bliskiego Wschodu, a obecnie (w wyniku ekspansji) spotykana jest na całym świecie. Cechami rasy są: najjaśniejsza skóra, stosunkowo silny zarost twarzy i owłosienie ciała u mężczyzn, włosy rozmaitego rodzaju — od prostych do kędzierzawych, twarz ortognatyczna, nos silnie wysklepiony i dość wąski, najwyższa na świecie częstość grupy krwi *Rh* minus;

2. Rasa afrykańska — pierwotny zasięg występowania był ograniczony do Afryki subsaharyjskiej, a od okresu pokolumbijskiego występuje w postaci przymieszek w USA i na wyspach rejonu karaibskiego. Cechami charakterystycznymi dla tej rasy są: ciemnobrunatna lub prawie czarna skóra, stosunkowo słaby zarost u mężczyzn i skąpe owłosienie ciała, włosy wełniste lub typu fil-fil, często prognatyczna twarz, wywinięte wargi, nos z reguły szeroki i spłaszczony, najwyższa na świecie częstość występowania genu R_0 z układu *Rh* oraz w niektórych populacjach wysokie częstości występowania anemii sierpowatej;

3. Rasa azjatycka — obejmuje swym zasięgiem całą Azję oprócz Indii i Bliskiego Wschodu, oraz północne peryferie Ameryki (Eskimosi). Cechuje ją występowanie tzw. fałdy mongolskiej w zewnętrznym kącie szpary ocznej, czarne, proste, grube włosy, szeroko rozstawione i wydatne kości jarzmowe, twarz z profilu płaska, często prognatyczna w odcinku podnosowym (tzw. prognatyzm alweolarny), pospolicie występujące osobliwości uzębienia, np. rynienkowate siekacze, dość wysokie częstości grupy krwi *B*;

4. Rasa australijska — stanowi tubylczą ludność Australii. Cechy, które ją charakteryzują uważane są przez niektórych za pozostałość neandertalskiego stadium ewolucji, w szczególności silny prognatyzm, wydatnie zaznaczone zgrubienia nadoczodołowe i masywne zęby. Ponadto cechami właściwymi dla tej rasy są:

szeroki nos o wydatnie zaznaczonej nasadzie, skóra ciemnobrunatna, u mężczyzn silny zarost twarzy, włosy faliste, u dzieci często jasnoblond, z wiekiem ciemniejące, najwyższa na świecie częstość grupy krwi *N*;

5. Rasa melanezyjska - zasięg tej rasy to Nowa Gwinea i archipelag Melanezji. Wykazuje ona wiele cech negroidalnych, w tym szczególnie ciemną skórę i wełniste włosy, różni się jednak od Murzynów afrykańskich niektórymi cechami budowy twarzy i wieloma cechami krwi;

6. Rasa indyjska — zamieszkująca półwysep Indii, przez antropologów uważana jest za odłam rasy europejskiej (białej) ze względu na często europeidalne rysy twarzy, które jednak łączone są z dość ciemną skórą,

7. Rasa amerykańska — jest grupą niewątpliwie pochodzenia azjatyckiego, wykazuje wiele cech mongoloidalnych i w wielu klasyfikacjach traktowana jest jako podgrupa mongoloidów. Do rasy tej zaliczamy tubylców obu Ameryk (Indianie), a cechuje ją zupełny brak grupy krwi *B*, ponadto w Ameryce Południowej prawie zupełny brak grupy *A* oraz najwyższa na świecie częstość grupy *M*;

8. Rasa polinezyjska - swym zasięgiem obejmuje archipelagi Pacyfiku od Nowej Zelandii po Hawaje i Wyspę Wielkanocną. Cechuje ją jasnobrunatna skóra, włosy proste lub faliste, przy czym dość często występują u tej rasy takie cechy, jak fałda mongolska lub rynienkowate siekacze, co zdaje się wskazywać na jej pokrewieństwo z mongoloidami;

9. Rasa mikronezyjska - liczne lokalne populacje zmieszkujące wyspy zachodniego Pacyfiku.

Poza dziewięcioma wyodrębnionymi grupami rasowymi autorzy prezentowanej klasyfikacji przedstawili próbę bardziej szczegółowego podziału współcześnie żyjących ras ludzkich.

I. Rasa europejska

1) populacje nordyczne — zamieszkujące Europę Północną, a także Europę północno-zachodnią,

2) populacje południowo-wschodniej Europy — zamieszkujące tereny od Bałtyku do Syberii oraz od Karpat i Morza Czarnego do arktycznej tundry,

3) populacje alpejskie — zamieszkujące górzyste tereny Europy środkowej,

4) populacje śródziemnomorskie - zamieszkujące Basen Morza Śródziemnego oraz niektóre tereny Azji Mniejszej.

II. Rasa indyjska

1) populacje Hindusów — zamieszkujące północne Indie, Pakistan i Cejlon,

2) populacje Drawidów — składające się z wielu plemion zamieszkujących południowe tereny Indii Zachodnich.

III. Rasa azjatycka

1) populacje klasycznych mongoloidów — zamieszkujące Syberię, Mongolię, Koreę oraz Japonię,

2) populacje północnych Chin — zamieszkujące północne Chiny oraz Mandżurię,

3) populacje Turków — grupy pasterzy środkowoazjatyckich,

4) populacje Tybetańczyków — plemiona górskie z wschodniego Tybetu i północnej Burmy,

5) populacje południowo-wschodnio-azjatyckie — zamieszkujące południowe Chiny, Burmę, Filipiny oraz Indonezję,

6) populacje Ajnów — autochtoniczne populacje japońskie,

7) populacje Eskimosów - zamieszkujące marginalną strefę północnej Ameryki oraz Grenlandię,

8) populacje Lapończyków — zamieszkujących północną Skandynawię.

IV. Rasa mikronezyjska

1) populacje zamieszkujące wyspy zachodniego Pacyfiku.

V. Rasa melaneżyjska

1) populacje Papuasów — zamieszkujących Nową Gwineę,

2) populacje Melanezyjczyków — zamieszkujących wyspy Melanezji.

VI. Rasa polinezyjska

1) populacje Polinezyjczyków — powstałe w wyniku zmieszania się populacji mongolskiej z archaicznymi elementami populacji białej, przy czym zaznacza się u nich także domieszka populacji nigryckich,

2) populacje neohawajskie — powstałe w wyniku zmieszania się ludności pochodzącej z populacji autochtonicznej polinezyjskiej oraz populacji mongolskiej i europejskiej.

VII. Rasa amerykańska

1) populacje północnoamerykańskie — autochtoniczne populacje zamieszkujące Kanadę i część środkową Stanów Zjednoczonych,

2) populacje centralnoamerykańskie — zamieszkujące północno-zachodnie Stany Zjednoczone, Meksyk i centralną część Ameryki Południowej oraz Mezoamerykę,

3) populacje południowoamerykańskie — zamieszkujące Amerykę Południową,

4) populacje z Ziemi Ognistej — zamieszkujące Ziemię Ognistą,

5) populacje latynoamerykańskie - zamieszkujące Amerykę Południową, a powstałe w wyniku zmieszania się Indian z populacjami śródziemnomorskimi i murzyńskimi,

6) populacje kolorowe (północnoamerykańskie) — powstałe w wyniku zmieszania się populacji północnoeuropejskich z afrykańskimi.

VIII. Rasa afrykańska

1) populacje wschodnioafrykańskie — zamieszkujące wschodnią Afrykę, Etiopię i Sudan,

2) populacje Murzynów leśnych — zamieszkujące zachodnią i środkową Afrykę oraz dorzecze rzeki Kongo,

3) populacje Bantu — zamieszkujące Afrykę wschodnią i południową,

4) populacje Buszmenów i Hotentotów - zamieszkujące południową Afrykę,

5) populacje Pigmejów — zamieszkujące tropikalne puszcze Afryki,

6) populacje kolorowe afrykańskie — zamieszkujące południową Afrykę, które powstały w wyniku zmieszania się populacji Hotentotów, Bantu i białych.

IX. Rasa australijska

1) populacje Murajów — autochtoniczne populacje z południowo-wschodniej Australii,

2) populacje Carpentariów — autochtonicznej ludności z północnej i środkowej Australii.

W populacyjnej koncepcji rasy, w praktyce badawczej często wykorzystuje się odległość biologiczną, tj. odległość określającą stopień podobieństwa do siebie dwóch populacji, mierzonego przeciętną różnicą w określonym i porównywalnym zestawie cech. W przypadku badań populacji ludzkich odległość między dwoma populacjami określana być może nie tylko ze względu na cechy biologiczne (morfologiczne, funkcjonalne itp.), lecz również na cechy określające różnice językowe, społeczne czy ekologiczne. Najprostszą metodą określania odległości biologicznej między dwoma obiektami (osobnikami lub populacjami) jest zaproponowana przez J. Czekanowskiego metoda różnic przeciętnych, choć pierwotnym celem tego badacza było zbudowanie metody pomocnej dla badań typologicznych. Inne proponowane później współczynniki odległości biologicznej oparte były na zasadach odległości geometrycznej lub odległości liniowej między obiektami rozpatrywanymi w n-wymiarowej przestrzeni. Odległości obliczane według tych propozycji oddawały jedynie różnice w wielkościach cech, bez uwzględnienia różnic w ich wariancjach. Najprecyzyjniejszą miarą odległości biologicznej jest niewątpliwie miara D^2 Mahalanobisa, określająca odległość między dwoma grupami osobników na podstawie średnich, wariancji oraz macierzy współczynników korelacji analizowanych zespołów cech. Miarę D^2 Mahalanobisa stosuje się z dużym powodzeniem dla rozwiązywania różnych zagadnień badawczych, związanych z badaniem zróżnicowania biologicznego grup ludzkich, jednak jej obliczanie wymaga posługiwania się indywidualnymi danymi (informacjami o wielkościach cech u poszczególnych osobników), a skomplikowanie statystyczne sprawia, że nie można jej praktycznie stosować bez użycia maszyn cyfrowych.

Z powyższych powodów, dużą popularność zyskała ostatnio bardziej prosta metoda określania odległości biologicznej, zaproponowana przez L. S. Penrose. Pozwala ona bowiem na posługiwanie się jedynie znormalizowanymi wartościami średnich arytmetycznych cech morfologicznych. Jednakże ta jej zaleta rodzi czasami pewne trudności, bowiem chcąc wykonać zabieg normalizacji należy dysponować wartościami odchyleń standardowych danej cechy w czasie i przestrzeni. Dla badań materiałów kostnych R. Knussmann, który zmodyfikował pierwotną postać metody Penrose proponuje używać do normalizacji odchyleń standardowych obliczonych na podstawie dużej kolekcji różnych czaszek ludzkich.

W celu obliczenia odległości biologicznej między dwoma grupami zaproponował Penrose miarę, która jest różnicą dwóch składowych: odległości wielkości (C_Q^2) i odległości kształtu (C_H^2).

Odległość wielkości C_Q^2 jest sumą różnic między znormalizowanymi wartościami cech, standaryzowaną na liczbę cech, zatem

$$C_Q^2 = \left(\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} d_i\right)^2,$$

gdzie d_i – różnica znormalizowanych wartości i-tej cechy między porównywanymi grupami,

m – liczba cech uwzględnionych w badaniu.

Odległość kształtu C_H^2 jest natomiast sumą kwadratów różnic znormalizowanych wartości cech

$$C_H^2 = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} d_i^2.$$

Odległość ogólna Penrose, przy zastosowaniu zasad analizy dyskryminacyjnej, jest obliczana jako różnica dwóch składowych: kształtu i wielkości

$$C_p^2 = C_H^2 - C_Q^2.$$

Modyfikacja Knussmanna polegała na tym, że zaproponował on poprawkę na interkorelację cech, przy uwzględnieniu której proponuje obliczać odległość ogólną

$$C_R^2 = C_H^2 - \frac{mR}{1-R+mR} C_Q^2,$$

gdzie R – współczynnik interkorelacji cech.

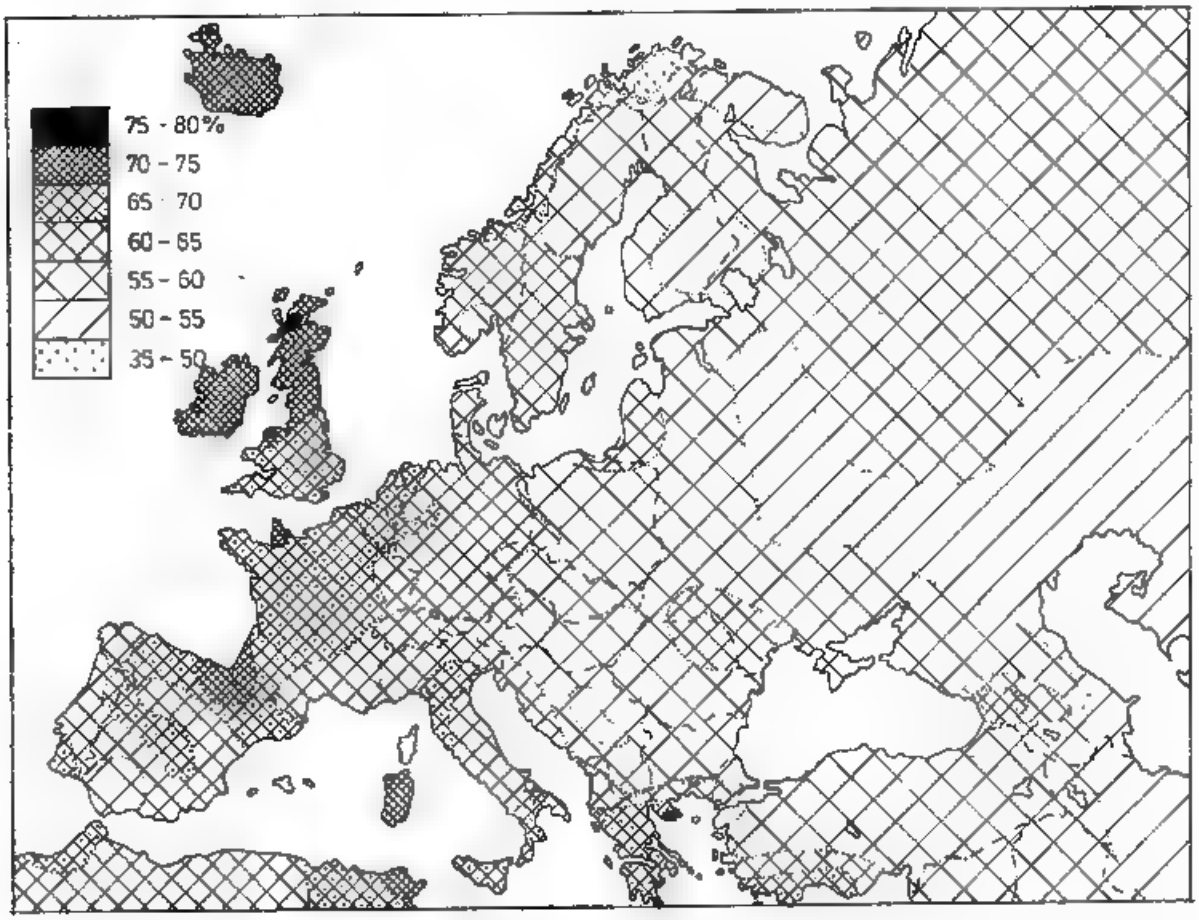
Warto podkreślić, że Penrose i Knussmann dokonali porównań między wartościami D^2 Mahalanobisa i odległości C_p^2 czy C_R^2 dla tych samych grup. Wyniki porównań świadczą, że w przypadku grup o dużej liczbie badanych osobników odległości Penrose są prawie identyczne z odległością D^2 Mahalanobisa.

Przy zastosowaniu odległości Penrose wykonano liczne opracowania dotyczące zróżnicowania biologicznego europejskich i pozaeuropejskich grup ludzkich, jakkolwiek coraz częściej stosowane są w tego typu badaniach bardziej wyrafinowane procedury statystyczne lub też podejmowane są próby określenia odległości biologicznej, genetycznej czy np. kulturowej na podstawie różnych kompleksów cech. Wiele tych metod, o ile nie wszystkie, opisano w podręcznikach statystyki dla biologów.

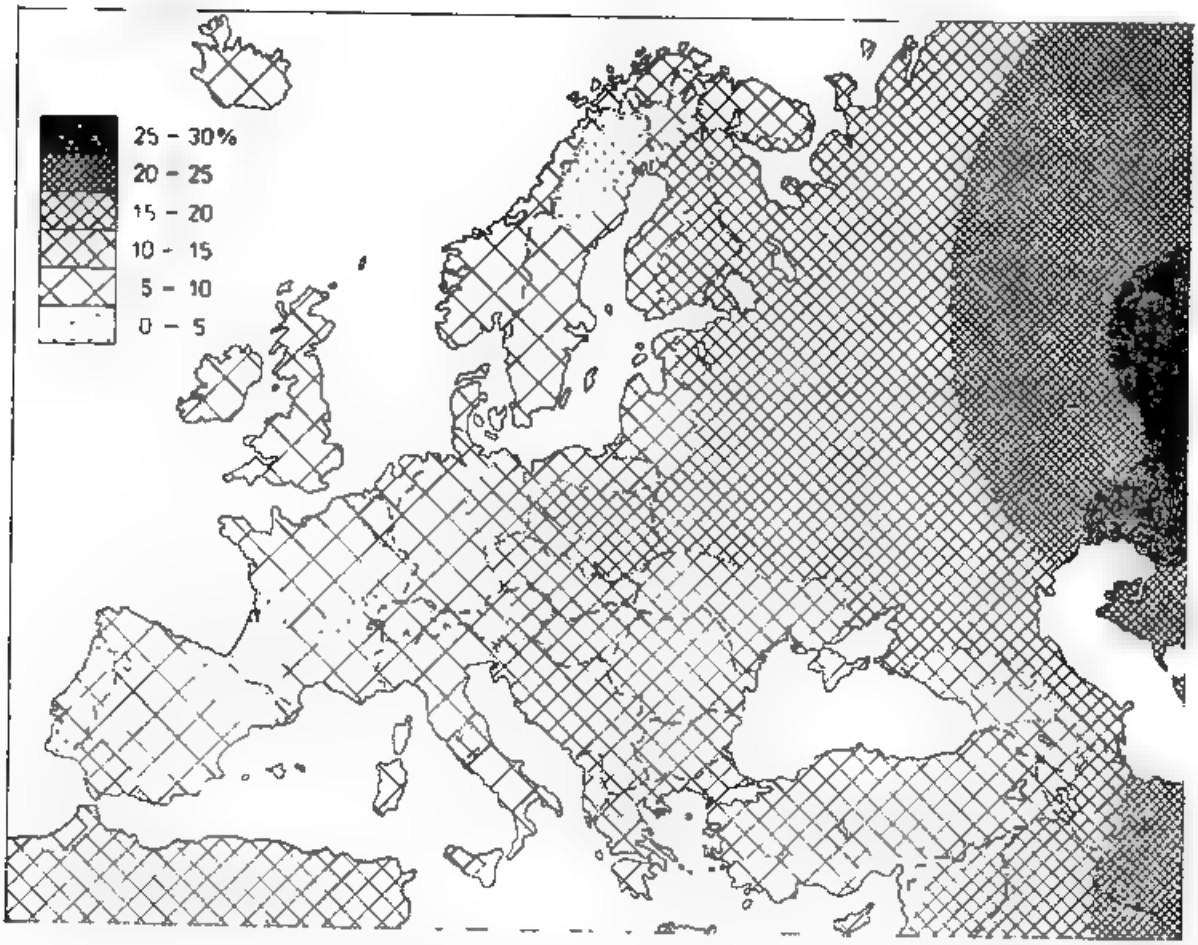
Koncepcja klinowej zmienności wewnątrzgatunkowej człowieka

Odmienną koncepcję klasyfikacji wewnątrzgatunkowej człowieka zawarto w klinowej definicji rasy. Nie wszyscy bowiem biolodzy, w tym również antropolodzy, których pogląd na zmienność wewnątrzgatunkową człowieka opiera się na za-

sadach genetyki populacyjnej i prawach ogólnobiologicznych rządzących rozwojem i zróżnicowaniem populacji zgodni są z tym, że należy wydzielać jakiekolwiek rasy. Koncepcję tą na gruncie antropologii sformułowali A. Montagu i F. Livingstone. Uznali oni, że można znaleźć przekonywujące argumenty dla obalenia koncepcji rasy w odniesieniu do żyjących populacji gatunku ludzkiego. Zaprzeczenie istnienia ras nie odrzuca oczywiście biologicznej zmienności między populacjami, które stanowią jeden gatunek, stwierdza jedynie, że nie można tej zmienności rozpatrywać przez tworzenie nieciągłych grup jakimi są rasy. Wyjściem do tych stwierdzeń były rozważania Wilsona i Browna, w których udowodniono, że nie można podzielić gatunku na nieciągłe jednostki niższego rzędu, natomiast dość łatwo da się wydzielić grupy panmikstyczne, tj. grupy, w których zachodzi losowe krzyżowanie się osobników. Inne są bowiem przyczyny wewnątrzgatunkowej zmienności biologicznej niż międzygatunkowej, stąd inne muszą obowiązywać w tych dwu przypadkach zasady klasyfikacji. Podnosi się, że nazywanie pewnych zmienności wewnątrzgatunkowych podgatunkiem czy rasą jest arbitralne. Możliwe jest podzielenie gatunku na rasy przy użyciu jednej cechy zgodnie z jej zmiennością, jeżeli natomiast użyjemy dwóch cech, populacja taka (rasa) może być w tradycyjnym ujęciu uważana już za mieszaną. Zwiększając liczbę cech nie będziemy mogli już powiedzieć czym w rzeczywistości jest rasa. W badaniach systematycznych już dawno podnoszono, że pewne cechy zmieniają się według linii geograficznych. Taka zmienność cech była rozważana jako stopień przystosowania się populacji do lokalnych warun-



Ryc. 3.4.4. Zmienność geograficzna częstości występowania grupy krwi *O* w Europie

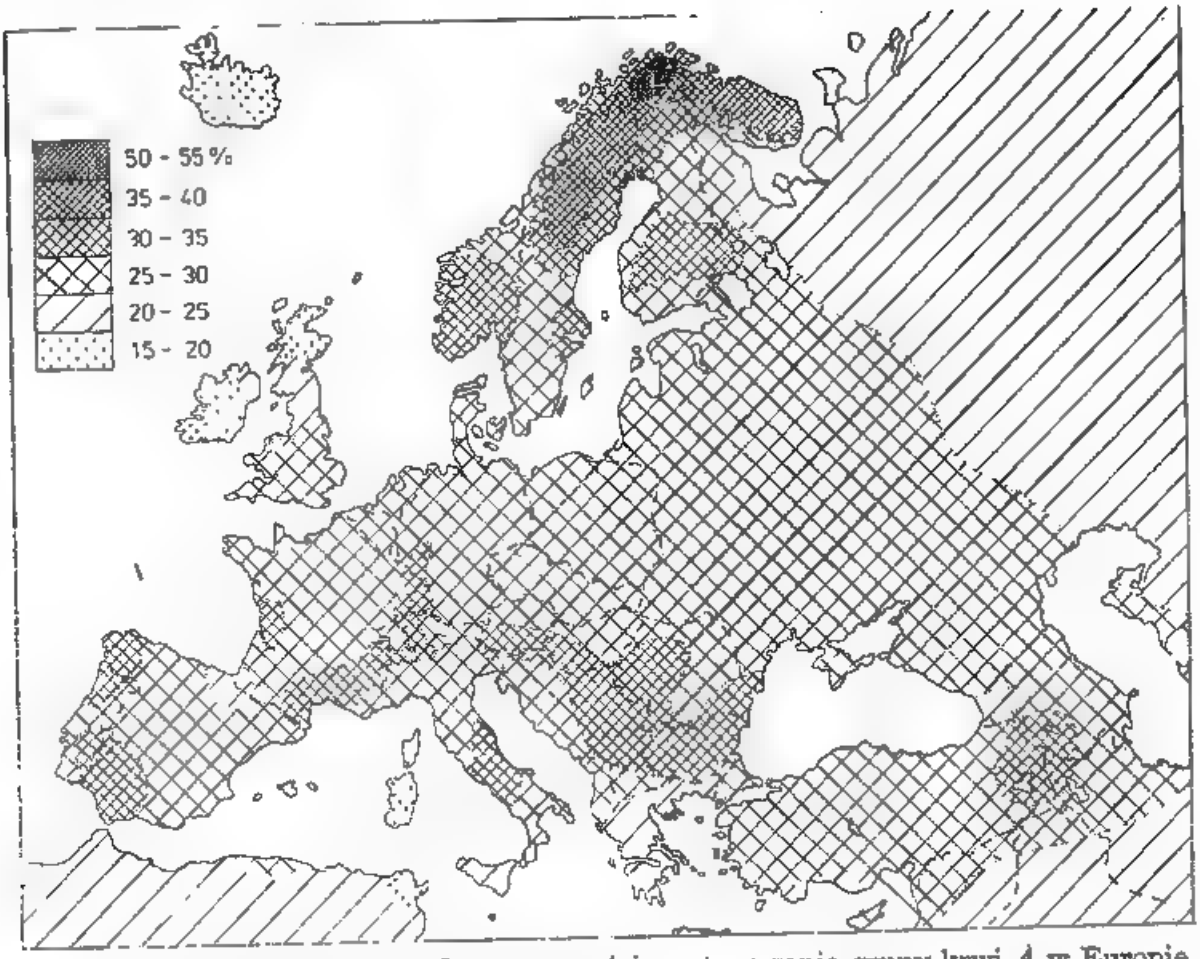


Ryc. 3.4.5. Zmienność geograficzna częstości występowania grupy krwi *B* w Europie

ków środowiskowych. W 1942 roku Huxley zaproponował, aby taki gradient spadku lub wzrostu pewnej cechy nazywać terminem „klina". Zdaniem E. Mayra (1974) termin klina nie odnosi się do populacji, lecz do pewnej określonej cechy, stąd populacja może być przypisana do różnych klin, w zależności od tego, ile wzięto pod uwagę w badaniach cech. Można by więc powiedzieć, że klina jest nieużyteczna jako kategoria systematyczna ze względu na potencjalną niezależność zmieniających się w gradiencie cech. Jednakże szczegółowe badania gradientów różnych cech zdają się dowodzić, że powstawanie kliny ma związek z różnicowym działaniem doboru naturalnego względem lokalnych czynników środowiska geograficznego. Klina częstości genów może wynikać więc z różnych typów interakcji między zasadniczymi czynnikami, które kontrolują stan i przemiany puli genów.

Zmienność klinowa jest więc zmiennością w przestrzeni geograficznej i charakteryzuje się tym, że w określonym kierunku na pewnych obszarach napotyka się populacje ludzkie o coraz wyższej (lub niższej) częstości danego genu. Częstość tego genu można nanosić na mapy lub wyrazić matematycznie. Linie łączące w przestrzeni geograficznej populacje o jednakowej częstości danego genu nazywa się izorytmami, a ilościową charakterystyką kliny jest gradient, czyli odległość, na której dokonuje się określona zmiana cechy.

W koncepcji zmienności klinowej zakłada się sytuację, że selekcjonujące oddziaływanie środowiska (działanie doboru naturalnego ukierunkowane przez lokalne czynniki środowiska geograficznego) jest różne w przestrzeni geograficznej, w wy-



Ryc. 3.4.6. Zmienność geograficzna częstości występowania grupy krwi *A* w Europie

niku czego obserwować można stopniową zmianę składu puli genowej wzdłuż gradientu środowiskowego, który wyraża się w postaci kliny. Klina może też występować przy izolacji grup lokalnych, między którymi utrzymuje się tylko bardzo mały stopień migracji, lub przez selekcję naturalną i wymianę genów równocześnie, będąc wyrazem biologicznych procesów adaptacyjnych. Nie ma więc powodu, aby toczyć spór o to czy z formalnego punktu widzenia zbiór populacji w ramach jednej kliny wyznaczanej ze względu na określony zestaw cech można uznawać jako mikrorasę lub rasę lokalną i nadawać mu osobną nazwę. Podejmując dyskusję nad tym problemem T. Dobzhansky (1962) uważa, że jeśli zmienność rasową formułuje klina (gradienty geograficzne) i jeżeli wszystkie kliny są różne co do cech i genów oraz absolutnie przy tym niezależne i nieskorelowane, to wówczas — choć różnice rasowe będą wprawdzie nadal istniały — klasyfikacja rasowa może się w badaniach okazać niewygodna. Należy jednak sądzić, że taka sytuacja nie występuje w przypadku gatunku ludzkiego, lecz przeciwnie, klina nie jest rozmieszczona jednostajnie i wykazuje określone gradienty między izorytmami, ze względu na biologiczne lub kulturowe czynniki kształtujące częstości genów. Z powodu tych samych czynników różne cechy biologiczne, które tworzą te gradienty są często z sobą skorelowane, co nie czyni wprawdzie ras naturalnie wyodrębnionymi, ale stwarza realne możliwości ich wydzielania i opisania pod względem charakterystyki morfologicznej. Mnożenie nazw podgatunkowych i rasowych czy systemów klasyfikacyjnych w przypadku gatunku ludzkiego, czy wielu innych gatunków zwie-

rzęcych, przeszło już granice rozsądku i stało się niekiedy celem samym w sobie, co zdaniem T. Dobzhansky'ego (1962) wywołało określoną reakcję. Duża grupa autorów wyznaje więc słuszny pogląd, że nie ma sensu spierać się o liczbę wyróżnialnych ras, ponieważ zależy ona w głównej mierze od uznania badacza, od tego w jakim celu dokonano klasyfikacji i co chciano wyjaśnić. Rasa jest bowiem i pozostanie terminem nieostrym i w dużej mierze umownym.

Przedstawione próby podziału gatunku ludzkiego ze względu na jego zróżnicowanie biologiczne utwierdzają nas w przekonaniu, że każdy postęp w uściślaniu i wyjaśnianiu zmienności wewnątrzgatunkowej człowieka był nierozerwalnie związany z rozwojem zagadnień ogólnobiologicznych, w szczególności z rozwojem takich nauk, jak ewolucjonizm i genetyka populacyjna. Celem tych podziałów było nie tylko opisanie zmienności wewnątrzgatunkowej, ale także zrekonstruowanie procesów rasogenezy i etnogenezy na podstawie wyłącznie informacji o podobieństwach i różnicach biologicznych między grupami ludzkimi. Jak się jednak okazało, w miarę rozwoju kulturowego grup ludzkich wzrastała rola informacji pozagenowej w kształtowaniu zróżnicowania wewnątrzgatunkowego człowieka, stąd stworzenie uniwersalnego systemu klasyfikacji stało się praktycznie niemożliwe. Pewne efekty uzyskiwano wówczas, gdy analizowano zróżnicowanie międzypopulacyjne na terytoriach zamieszkałych przez grupy ludzkie, które cechowało małe zróżnicowanie informacji kulturowej, bądź które informacją tą bardzo znacznie się różniły. Przykładem takiego stanu rzeczy mogą być badania dotyczące Pigmejów, Buszmenów, Eskimosów czy innych podobnych grup ludzkich, które względem grup sąsiednich cechuje np. odmienny sposób pozyskiwania energii. Innymi słowy stosunkowo łatwo można opisać zróżnicowanie biologiczne grup ludzkich na bardzo zróżnicowanym ekologicznie terytorium, gdy w niewielkiej odległości od siebie egzystują grupy zbieraczy i łowców, pasterzy czy rolników, gdyż jak należy oczekiwać różnice w wyposażeniu informacyjnym tych grup utrzymują ich zróżnicowanie biologiczne. O wiele trudniejsze, a praktycznie niemożliwe, staje się natomiast opisanie w ramach „jednego schematu" zróżnicowania wewnątrzgatunkowego człowieka, gdy z jednej strony spadają różnice międzypopulacyjne w wyposażeniu informacyjnym, a z drugiej strony bardzo szybko, ze względu na sposób dziedziczenia i rozpowszechniania, przyrasta informacja kulturowa.

Rozdział piąty

Zróżnicowanie człowieka współczesnego

Omówienie w ramach jednego krótkiego rozdziału problemów dotyczących współczesnego zróżnicowania gatunku ludzkiego jest zadaniem niezwykle trudnym. Z konieczności w takich przypadkach dokonuje się selekcji różnych informacji, przy czym wybór ten często w dużym stopniu oddaje jedynie subiektywny punkt widzenia autora. Dodatkowe trudności wynikają również z tego powodu, że stopień rozpoznania procesów rasogenezy oraz stopień rekonstrukcji zagadnień etnicznych nie jest jednakowy dla różnych regionów geograficznych. Z drugiej strony przemiany biologiczne i kulturowe zachodzące w ostatnim czasie bardzo zmieniły nie tylko geograficzne rozmieszczenie ludzkich ras (szczególnie silnie zaznaczyło się to np. po okresie wielkich odkryć geograficznych), ale także doszło do powstania „nowych populacji rasowych" w wyniku bardzo dalekosiężnych migracji przedstawicieli różnych grup etnicznych. W przeszłości zdaniem W. P. Aleksiejewa (1979) „bariery genetyczne wpływały nie tylko na biologiczne różnicowanie populacji, ale również na koncentrację tradycji kulturowych, na wytwarzanie się samodzielnych dialektów i języków, powstanie stereotypów psychicznych, kształtowanie się świadomości. Inaczej mówiąc, są wszelkie podstawy, by sądzić, że ... zróżnicowanie socjalno-kulturowe we wczesnej historii ludzkości przebiegało równolegle do biologicznego. Wiązało się to z długotrwałością istnienia barier genetycznych, a długotrwałość ta spowodowana była tym, że dawne zespoły ludzkie nie były w stanie przezwyciężyć barier geograficznych". W obecnej sytuacji gatunku ludzkiego w różnych regionach geograficznych zróżnicowanie biologiczne grup jest coraz mniej czytelne ze względu na zacieranie się różnego typu barier biologicznych i kulturowych, lub stało się o wiele bardziej zauważalne z tego powodu, że regiony te zamieszkują obecnie nie tylko populacje autochtoniczne, ale także grupy przybyłe z innych regionów, które zachowują elementy systemów adaptacyjnych (biologicznych i kulturowych) właściwe ich populacjom macierzystym. Dobrym przykładem pierwszej z opisanych sytuacji może być zróżnicowanie biologiczne

współczesnej ludności europejskiej, natomiast drugiej — sytuacja jaka istnieje np. w Australii, gdyż na kontynencie tym opisuje się najczęściej autochtoniczną ludność australijską, bardzo wyraźnie odróżniającą się biologicznie od ludności kolonizującej Australię po jej odkryciu przez Europejczyków. Problemy analizy zróżnicowania biologicznego człowieka współczesnego, o których tu mowa, w dużym stopniu zostały uwzględnione w niektórych systemach klasyfikacyjnych, stąd omawiając zróżnicowanie populacji ludzkich na różnych kontynentach przyjęliśmy dwa systemy klasyfikacyjne: geograficzny system Eickstedta, którego podstawowe założenia wyjściowe zostały opracowane przez autora dla sytuacji biologicznej ludności świata po okresie wielkich odkryć geograficznych oraz podział ludzkości i jej rozmieszczenie — system zaproponowany w latach pięćdziesiątych przez Coona, Garna i Bridsella, który ma oddawać sytuację obecną. Ze względu na istotną rolę wielu czynników pozabiologicznych w kształtowaniu zróżnicowania człowieka współczesnego, opisy zróżnicowania biologicznego uzupełniliśmy niektórymi podstawowymi informacjami wynikającymi z ustaleń badań zróżnicowania kulturowego grup ludzkich, a dotyczącymi w szczególności sytuacji gospodarczo-społecznej tych grup. Informacje te pochodzą z opracowania Z. Sokolewicz (1974).

Australia

Do momentu kolonizacji Australię zamieszkiwały wyłącznie ludy zbieracko-łowieckie. Sądzi się, że kontynent ten został zaludniony około 30 tys. lat temu. Nie wyjaśniono dotychczas czy zasiedlenie tego kontynentu było efektem kilku fal czy jednej fali migracyjnej. Badania lingwinistyczne świadczyłyby za hipotezą kilku fal migracyjnych. Zróżnicowanie międzypopulacyjne potwierdzałoby również tę hipotezę. Ogólnie Australijczyków cechuje średnia wysokość ciała, smukła budowa, czekoladowobrunatna barwa skóry, faliste lub kędzierzawe włosy, bardzo ciemna pigmentacja oczu i włosów, prognatyczna budowa twarzy, silnie szeroki nos, grube wargi, słabo rozwinięta bródka, wąska twarz, długa głowa. Jakkolwiek wielu autorów zalicza całość autochtonicznej ludności Australii do jednej rasy australijskiej, to jednak zróznicowanie ukształtowania wielu cech morfologicznych skłania do wydzielenia co najmniej dwóch podras (ras terytorialnych):

1) populacji Murajów — zamieszkujących dorzecze rzeki Murray w południowo-wschodniej Australii i

2) populacji Carpentarów — zamieszkujących północną i środkową Australię.

Na zróżnicowanie rasowe ludności Australii miały niewątpliwie duży wpływ kolejne fale migracyjne, w szczególności Papuasów (na północnych terenach kontynentu) oraz rozpoczęta pod koniec XVIII wieku kolonizacja ludności europejskiej. Ocenia się, że ludność Australii w XVIII wieku liczyła 300 tys. osób, a obecnie szacuje się, że ludność autochtoniczna liczy około 45 tys. osób oraz 78 tys. mieszańców. Jeszcze w XIX wieku Australijczycy dzielili się na około 500 plemion i podplemion, tj. na jednostki organizacyjne, cechujące się posiadaniem prawa do określo-

nego terytorium, uzasadnianego wspólnotą pochodzenia i języka. Plemiona dzieliły się na grupy lokalne, liczące od 50 do 150 jednostek. W strukturze plemiennej panowały bardzo skomplikowane systemy pokrewieństwa.

Oceania

Oceanię ze względu na kryterium geograficzne i kulturowe można podzielić na Melanezję, Polinezję i Mikronezję.

Melanezja to zespół wysp położonych na północ i wschód od Australii, z których największe to: Nowa Gwinea, Wyspy Salomona, Nowe Hybrydy itp. Wyspy te są pochodzenia kontynentalnego, w przeważającej liczbie górzyste z dużą liczbą czynnych wulkanów. Pod względem kulturowym ludność Melanezji wykazuje silne zróżnicowanie. W systemie gospodarczym dużą rolę obok myślistwa i zbieractwa odgrywa rybołówstwo. Uprawia się najczęściej roślinność bulwiastą, w dużym stopniu rozwinięte są uprawy ogrodowe. Jednostką organizacji społecznej jest krąg, który składa się z grupy gospodarstw. Ludność Melanezji składa się z wielu populacji o dużej różnorodności cech morfologicznych i kulturowych, w tym szczególnie zróżnicowaniem językowym. Duży wpływ na zróżnicowanie międzypopulacyjne miały fale migracyjne, głównie z Azji. W wielu klasyfikacjach wśród ludności melanezyjskiej wyróżnia się dwie lub trzy podstawowe rasy: papuaską i melanezyjską, którą dzieli się niekiedy na melanezyjską właściwą i nowokaledońską. Duże zróżnicowanie międzypopulacyjne sprawia, że wielu autorów doszukuje się wielu typów antropologicznych wśród ludności Melanezji, które miałyby się różnić pod względem licznych cech morfologicznych.

Polinezja składa się z bardzo dużej liczby rozproszonych wysp koralowych i wulkanicznych, rozsianych w centralnej i wschodniej części Oceanu Spokojnego. Ludność jest bardzo zróżnicowana pod względem kulturowym. System gospodarczy opiera się na rybołówstwie, częściowo na hodowli zwierząt domowych i drobiu. Dobrze rozwinięte jest ogrodnictwo, a uprawia się przede wszystkim rośliny bulwiaste, banany, drzewo chlebowe. Większość autorów dopatruje się wpływu różnych fal migracyjnych na obecne zróżnicowanie biologiczne Polinezji. W niektórych klasyfikacjach proponuje się Polinezyjczyków traktować jako osobną rasę (bardzo zróżnicowaną), którą można by podzielić na różną liczbę jednostek, w zależności od przyjętego kryterium klasyfikacji. Populacje polinezyjskie przedstawiają bowiem bardzo skomplikowaną mieszaninę populacji mongolskiej z archaicznymi elementami ras odmiany białej, przy czym zaznacza się w tych populacjach domieszka ludności o cechach nigryckich, a nawet australijskich. Spośród nich można wyróżnić populację neohawajską, która powstała w wyniku zmieszania się wielu populacji na Wyspach Hawajskich: autochtonicznej populacji z rozmaitymi mongoloidami azjatyckimi, białymi Europejczykami i Amerykanami, przy małym udziale populacji negroidalnej. Ogólnie sądzi się, że w ukształtowaniu cech morfologicznych grup

polinezyjskich partycypowały populacje europejskie, azjatyckie i populacje melanezyjskie.

Mikronezja. W podobny sposób przedstawia się zróżnicowanie ludności Mikronezji. Zaznaczają się u niej silne wpływy melanezyjskie oraz cechy właściwe populacjom azjatyckim. W różnych systemach klasyfikacyjnych całą ludność Mikronezji traktuje się jako jedną rasę (mikronezyjską), przy czym wyraźnie podkreśla się, że jest ona niewątpliwie wewnętrznie niejednolita i dzieli się na liczne grupy lokalne.

Ameryka Północna

Do okresu wielkich odkryć geograficznych na terenie obu Ameryk istniały bardzo różnorodne kultury od „prymitywnych" łowców z Ziemi Ognistej po cywilizacje Majów, stąd wśród ludności Nowego Świata można wyróżnić wiele grup etnicznych mających różne pochodzenie i różną historię. Badania nad zróżnicowaniem kultur Indian amerykańskich doprowadziły do wydzielenia na terenie Ameryki Północnej następujących kręgów kulturowych: Arktycznego, Lasów Północnych, Północno-Zachodniego Wybrzeża, Wielkich Równin, Płaskowyżu, Południowo-Zachodniego, Lasów Wschodnich oraz Południowo Wschodniego. Najwięcej cech swoistych posiada kultura Eskimosów (krąg arktyczny).

Eskimosów zalicza się do odmiany żółtej, a cechuje ich duża, długa i wysoka głowa o dachowatym sklepieniu wzdłuż szwu strzałkowego, szerokie czoło, bardzo szeroka i wysoka twarz, a także płaskość twarzy, bardzo wąski nos, czarne oczy i włosy, skóra o żółtawym odcieniu, typowe dla form mongoloidalnych ukształtowanie szpary ocznej i powiek. Zamieszkany przez nich teren jest bardzo rozległy, obejmuje północne wybrzeże Kanady, wyspy Morza Arktycznego, Alaskę, wybrzeża Grenlandii. Ze względu na rozmieszczenie terytorialne dzieli się Eskimosów na dwie grupy: wschodnią i zachodnią, między którymi występują różnice w niektórych cechach morfologicznych.

W strefie Lasów Północnych Ameryki Północnej zamieszkiwały populacje Indian z rodziny Atabasków i Algonkinów, trudniących się przede wszystkim rybactwem i łowiectwem. Jednakże ich systemy kulturowe różniły się bardzo od systemu właściwego Eskimosom. Głównym zajęciem Indian lasów północnych było wędrowanie za stadami karibu, które zapewniały możliwość wyżywienia grup, a tylko w porze letniej osiedlali się oni na dłużej w najbliższych okolicach jezior.

Południowo-Zachodnie Wybrzeże (Ameryki Północnej) zamieszkiwali Indianie Nutka i Kwakiutl. Ich głównym zajęciem było rybołówstwo. Rozwinęli oni technikę wędzenia i przechowywania ryb i trudnili się w związku z tym ich wymianą za inne produkty z grupami zamieszkującymi w głębi kontynentu. Właściwy im system pozyskiwania żywności, jakkolwiek cechował się pewnymi elementami charakterystycznymi dla grup osiadłych (stosunkowo stałe osadnictwo, przetwórstwo i przechowywanie żywności), to jednak pozwala on zaliczyć ich do grup zbieracko-łowieckich. Różnili się od „klasycznych" grup zbieracko-łowieckich w organi-

zacji społecznej przede wszystkim tym, że każda grupa posiadała instytucję zhierarchizowanego wodzostwa oraz funkcjonował system dziedziczenia pozycji społecznych o określonym stopniu prestiżu.

Indianie z Wielkich Równin byli przede wszystkim łowcami bizonów. Ich organizacja plemienna była podobna do Indian zamieszkujących Zachodnie Wybrzeże.

Indianie z regionu Wielkiego Basenu cechowali się gospodarką zbieracką, jednakże prowadzili osiadły tryb życia i wykształcili systemy przechowywania żywności. Przedmiotem zbieractwa były głównie żołędzie i orzeszki cedrowe, a niektóre grupy zajmowały się rybołówstwem. Prowadzili handel z grupami Indian z południowego wschodu i północnego zachodu. W późniejszym czasie, w związku z wprowadzeniem konia oraz nabyciem broni, ich system organizacji społecznej uległ istotnym przemianom. Często organizowali koczownicze grupy i przemieszczali się na inne tereny.

Indianie zamieszkujący południowo-zachodni obszar kontynentu Ameryki Północnej byli silniej zróżnicowani pod względem rozwoju kulturowego. Często zajmowali się rolnictwem, a zamieszkiwali ufortyfikowane osady. Inne grupy (np. Navajowie i Apacze) prowadziły natomiast półkoczowniczy tryb życia, a część grup (np. Pajuci i Indianie Północnej Arizony) stała się myśliwymi i zbieraczami.

Grupy Indian zamieszkujących obszar Wschodnich Lasów zorganizowane były w niewielkie skupiska ludzkie o ustroju egalitarnym i były dość znacznie rozproszone.

Opisanie zróżnicowania biologicznego populacji indiańskich napotyka na znaczne trudności. Łączy się to zarówno z problemem zaludnienia obu Ameryk, jak i ze znacznym zróżnicowaniem kulturowym grup i ekologicznym środowiska przyrodniczego. Nie ma wątpliwości co do tego, że populacje indiańskie posiadają wiele cech morfologicznych właściwych odmianie żółtej. W klasyfikacji Coona, Garna i Birdsella wyróżnia się następujące grupy Indian zamieszkujących Amerykę Północną:

1) populacje Indian północnoamerykańskich — autochtoniczne grupy zamieszkujące Kanadę i kontynentalną część Stanów Zjednoczonych,

2) populacje Indian środkowoamerykańskich - osiadłych rolników zajmujących obszary od południowo-zachodniej Ameryki Północnej do Boliwii,

3) populacje kolorowe północnoamerykańskie — powstałe w wyniku zmieszania się na terytorium Stanów Zjednoczonych i Kanady ludności europejskiej z ludnością z różnych populacji murzyńskich.

Według Eickstedta, Indian Ameryki Północnej podzielić można na rasę pacyficzną, leśną (sylwidów), nadbrzeżną (margidów) i centralną zamieszkującą również w Ameryce Środkowej.

Rasa pacyficzna zamieszkiwała zachodnie wybrzeża Ameryki Północnej nad Oceanem Spokojnym, między dwoma łańcuchami gór — Kordylierów i Gór Skalistych. Na północy sięgała do rzeki Jukonu i MacKenzie, na południu aż do Kalifornii, gdzie graniczyła z rasą Indian nadbrzeżnych. Cechy morfologiczne właściwe tej rasie to średnia wysokość ciała, głowa krótka, twarz szeroka, nos prosty, wąski,

jasna barwa skóry, fałda mongolska. Na północy rasa ta graniczyła z Eskimosami, na wschodzie z rasą Indian leśnych. Do rasy tej zalicza się m. in. szczepy: Wakaszów, Kwakiutl, Nutka, Szaliszów, Haida, Tlinkit.

Rasa Indian leśnych (silwidów) zamieszkiwała prerie i lasy wyżynne Ameryki Północnej na wschód od Gór Skalistych. Do rasy tej zalicza się szczepy o różnych systemach kulturowych (różny język, różna gospodarka) i dzieli się ją na trzy grupy: algonkińską, irokeską i Sjuksów. Do rasy algonkińskiej, która zamieszkiwała pierwotnie wschodnią część Ameryki Północnej (wokół Wielkich Jezior), należą m. in.: Delawarowie, Mohikanie, Czejeni, Odżibuejowie. Grupa irokeska zajmowała tereny wokół jezior Ontario i Erie, a w jej skład wchodzili Irokesi, Huroni i inni. Dorzecze Missouri zamieszkiwała grupa Sjuksów, w skład której wchodziły między innymi szczepy: Indian Dakota, Kron, Omaha, Jowa. Cechy morfologiczne właściwe tej rasie to: duża wysokość ciała, głowa średniej długości, szeroka twarz, wąski nos, policzki o wystających kościach i łukach jarzmowych, często ukośna szpara oczna, pigmentacja skóry od jasnej do brunatnej, oczy piwne, włosy czarne, proste.

Do **rasy nadbrzeżnej** zalicza się grupy żyjące pierwotnie na Półwyspie Kalifornijskim oraz na Somorze. Grupy te cechowało duże zróżnicowanie cech morfologicznych. Ze względów kulturowych, szczególnie językowych, wyróżnia się dwie grupy lokalne: Juma — w północnej części Kalifornii i dorzeczu rzeki Kolorado, oraz grupę somorską. Cechy morfologiczne tej rasy to: głowa średniej długości, czoło pochylone, twarz niska, nos słabo wydatny, pigmentacja oczu i włosów ciemna, skóra ciemnobrunatna z czerwonawym odcieniem, włosy proste i grube, oczy głęboko osadzone, szpara oczna wąska, powieka z fałdą mongolską.

Do **rasy środkowej**, często zwanej centralną, zalicza się grupy żyjące od półwyspu Floryda, pomiędzy Missouri a Rio Grande, aż do północnego i wschodniego Meksyku. Niektóre grupy żyły w Ameryce Środkowej, głównie na półwyspie Jukatan. Główne jej grupy to Aztekowie, Majowie, Mistekowie, Zapotekowie. Charakteryzuje ją niska lub średnia wysokość ciała, głowa wybitnie krótka, czoło proste, twarz średnio szeroka, szpara oczna nie skośna, brak fałdy mongolskiej, nos niezbyt wąski o prostym profilu, pigmentacja oczu i włosów ciemna, włosy proste, duże zróżnicowanie barwy skóry.

Ameryka Południowa

Z punktu widzenia zróżnicowania kulturowego Indian Ameryki Południowej można podzielić na region kultur mezoamerykańskich, region circum karaibski, region andyjski, region Lasu Tropikalnego, region Marginalny.

Region mezoamerykański obejmował grupy zamieszkujące wyżyny środkowego Meksyku i Gwatemali, nizin Jukatanu i regionów przyległych.

Region circum-karaibski jest pod względem organizacji plemiennej bardzo podobny do kultury Majów. Wielkie przeobrażenia w tym regionie przyniosła pokolumbijska inwazja hiszpańska.

Region andyjski zamieszkiwały grupy rolnicze, o stałym osadnictwie. Pod względem organizacji polityczno-społecznej wykazywały one duże podobieństwo do Królestwa Meksyku i Gwatemali.

Region Lasu Tropikalnego obejmował tereny od wschodnich Andów i Kordylierów poprzez cały kontynent, aż do Atlantyku. Podstawę gospodarki stanowiła uprawa kukurydzy, fasoli, manioku oraz rybołówstwo i łowiectwo. Na terytorium Brazylii występowały grupy o znacznie zróżnicowanych systemach kulturowych.

Region Marginalny obejmował wspólną nazwą liczne grupy zajmujące terytoria wokół różnych cywilizacji południowoamerykańskich, bardzo nieurodzajne, na które zostały „zepchnięte" różne grupy o „tradycyjnych" systemach kulturowych. Są to tereny sięgające od Urugwaju poprzez Argentynę do Cieśniny Magellana.

Z antropologicznego punktu widzenia często wyróżnia się w Ameryce Południowej 4 główne rasy (np. Eickstedt) – andyjską, pampaską, brazylijską i lagijską, choć w ujęciu innych autorów podziały te bywają bardziej szczegółowe.

Rasa andyjska zajmowała tereny pacyficznego wybrzeża Ameryki Południowej, w kierunku południowym: Peru, Boliwię, aż do południowego Chile, na północy Kolumbię. Cechuje ją niska wysokość ciała, bardzo krótka głowa, niskie pochylone czoło, twarz niska lub średnia, wydatne policzki, wąski nos, często o orlim kształcie, ciemny pigment. Grupy Indian należące do tej rasy to: Keczua, Ajmara, Araukan.

Rasa pampaska, zwana niekiedy patagońską, zajmowała tereny najbardziej południowych krańców Ameryki Południowej. Grupy zaliczane do tej rasy są bardzo zróżnicowane morfologicznie. Zalicza się do niej grupy: Tehuelczów – zamieszkujących najbardziej południowe krańce Ameryki Południowej, Indian Ona, Halakwulup i Yamana — zamieszkujących Ziemię Ognistą, bardziej na północ zamieszkujących Indian Puelcze, Czarruanów żyjących w dorzeczu Urugwaju czy sąsiadujących z tą grupą Indian Guaykuro oraz najbardziej wysuniętą na północ grupę Bororo. Ogólnie grupy te cechuje duża wysokość ciała, głowa średniej długości, twarz niska, nos niezbyt szeroki, dość silnie wydatny o profilu prostym lub wypukłym, mała szpara oczna, często występująca fałda mongolska, skóra oliwkowobrunatna, pigment oczu i włosów ciemny.

Rasę brazylijską tworzą grupy zamieszkujące rozległe tereny tropikalnych puszcz dorzecza Amazonki, jak również wyżynne tereny stepowe Gujany. Mieszkańców tego ogromnego obszaru dzieli się zazwyczaj na trzy ugrupowania etniczne. Są to: Karaibowie — zamieszkujący teren Wenezueli, Brazylii północnej; Tupi — zamieszkujący dorzecze rzek Tapajos i Xingu, a także pas wybrzeża atlantyckiego od ujścia Amazonki aż do ujścia La Plata; Aruakowie – zamieszkujący całe górne dorzecze Amazonki. Cechy morfologiczne tych grup to mała wysokość ciała, wydłużona głowa, twarz średnia o wydatnych kościach jarzmowych, szpara oczna typu europeidalnego, nos średni o wysokiej nasadzie i wydatnym grzbiecie, skóra żółtobrunatna (występuje jednak zróżnicowanie międzypopulacyjne intensywności jej pigmentu), włosy sztywne ciemne, oczy ciemne lub brunatne.

Rasę lagijską stanowią Indianie zamieszkujący Wyżynę Brazylijską, wyżynę Mato Grosso oraz między rzekami Araguaia i Xingu. Główne szczepy to Karaja i Kajapo. Cechy morfologiczne tej rasy to: średnia wysokość ciała, głowa pośrednio

długa o wysoko wysklepionym czole, luki nadoczodołowe silnie rozwinięte, twarz spłaszczona o wydatnych kościach jarzmowych, nos niski, płaski, skóra jasno-żółtawo-brunatna, włosy czarne, proste, niekiedy faliste.

W systemie klasyfikacji współczesnych ras ludzkich, Coon, Garn i Birdsell wyróżnili 3 podstawowe grupy ludnościowe na terytorium Ameryki Południowej, które pod względem rozmieszczenia geograficznego i charakterystyki morfologicznej są podobne do wydzielonych ras przez Eickstedta:

1) Indianie południowoamerykańscy - populacje z południowej Ameryki z wyłączeniem populacji zamieszkujących Ziemię Ognistą,

2) populacje z Ziemi Ognistej,

3) populacje mieszane typu Ladino — populacje południowoamerykańskie powstałe w wyniku zmieszania się ludności południowoeuropejskiej z ludnością z centralnej i południowej Ameryki (Indianie) oraz Murzynów leśnych i Murzynów Bantu.

Osobnego rozpatrzenia wymaga kwestia zasiedlenia obu Ameryk, która pośrednio rzutuje na dzisiejsze zróżnicowanie międzypopulacyjne ludności tych kontynentów. Sądzi się na podstawie badań pokrewieństwa biologicznego grup ludzkich oraz kulturowych, że zasiedlenie Ameryki było związane z rytmiką lodowcową i łączyło się z bardzo silną migracją ludności z kontynentu azjatyckiego. Najstarsza fala migrantów azjatyckich dała początek populacjom strefy nadbrzeżnej Ameryki Północnej oraz grupom zamieszkującym później strefy marginalne. Późniejsze fale zajęły nadatlantyckie tereny lesiste Ameryki Północnej oraz tereny między wybrzeżem Pacyfiku a Górami Skalistymi. Pochodzenie Indian środkowoamerykańskich oraz zajmujących Andy wiąże się również z późniejszymi falami migracyjnymi. Dorzecze Amazonki i tereny Brazylii zostały zajęte przez migrantów azjatyckich przybyłych z północnych terenów Ameryki Północnej. Ostatnią falę migracyjną pochodzenia azjatyckiego stanowili Eskimosi. Nie jest wykluczone, że pewne masy ludności (problem ten sprowadza się raczej do trudności w określeniu danych ilościowych) przybyły na kontynent amerykański, szczególnie południowoamerykański, drogą transpacyficzną, a także — choć jest to jeszcze problem wysoce dyskusyjny — drogą północnoatlantycką (normandzcy żeglarze) oraz transatlantycką, przed okresem odkryć geograficznych z zachodniej Afryki.

Współczesne zróżnicowanie międzypopulacyjne w Ameryce Północnej i Południowej nie odpowiada stanowi opisanemu powyżej, z powodu kolonizacji tych kontynentów przez ludność europejską oraz z powodu przymusowej kolonizacji Murzynów. Niektóre źródła podają, że przywieziono do Ameryki około 8 milionów Murzynów, głównie z zachodniej Afryki, częściowo z centralnej i wschodniej i osiedlono na wyspach Ameryki Środkowej oraz w południowo-zachodniej części Stanów Zjednoczonych i w Brazylii. Przesiedleni Murzyni nie zachowali własnego języka ani trwałych związków kulturowych z ludnością współplemienną, a obecnie zamieszkują w różnym nasileniu poszczególne kraje obu Ameryk. Szacuje się, że obecnie żyje w krajach obu Ameryk około 30 milionów Murzynów i około 60 milionów mieszańców odmiany czarnej z różnymi rasami. W późniejszym okresie miały

miejsce, wprawdzie niezbyt duże liczebnie, migracje do obu Ameryk ludności z różnych krajów europejskich i pozaeuropejskich, głównie z Azji, stąd współcześnie ludność krajów amerykańskich składa się z przedstawicieli różnych ras ludzkich i mieszańców międzyrasowych.

Afryka

Autochtoniczna ludność Afryki dzieli się na dwie podstawowe grupy: na populacje reprezentujące cechy odmiany czarnej oraz populacje prezentujące cechy odmiany białej. Pod względem kulturowym Sokolewicz (1974) proponuje przyjmować następujący podział: 1) Buszmeni, 2) Hotentoci, 3) Afryka Wschodnia, 4) Pigmeje, 5) Afryka na południe od Zambezi, 6) Murzyni lasów tropikalnych, 7) Afryka Zachodnia, 8) Sahara, 9) Sudan Wschodni, 10) Afryka Północna.

Buszmeni stanowią jedną z najstarszych grup zbieracko-łowieckich zamieszkujących Afrykę. Zamieszkiwali pierwotnie duże obszary Afryki południowej i wschodniej, a w późniejszych czasach zostali wyparci na pustynne obszary Kalahari. O ich życiu i poziomie kultury uzyskano informacje na podstawie licznych badań współczesnych oraz pozostawionych malowideł naskalnych, przedstawiających sceny z polowań, życia społecznego itp.

Hotentoci są pod względem biologicznym i kulturowym bardzo podobni do Buszmenów. Pierwotnie zamieszkiwali terytorium zachodniej części Afryki Południowej. Są oni hodowcami bydła, stąd prowadzą koczowniczy tryb życia. Ze względu na różnice językowe dzieli się ich na grupy: Nama, Korana, Gona i Hotentotów południowych (grupa ta już nie istnieje od czasów zajęcia tych terenów przez Burów).

Pigmeje zamieszkujący lasy tropikalne występują obecnie głównie w puszczach pomiędzy jeziorem Alberta i Oceanem Atlantyckim. Trudnią się myślistwem, a nadwyżki pokarmowe wymieniają z Murzynami Bantu, z którymi współżyją na zasadach symbiozy ekonomicznej i społecznej. Podstawową ich jednostką organizacji społecznej jest rodzina, jednostką wyższego rzędu związek rodzin, lecz nie ma on charakteru trwałego, a raczej ekonomiczny. Pigmeje nie posiadają natomiast organizacji plemiennej.

Tereny wschodniej Afryki od Górnego Nilu do Zambezi tworzą jedno terytorium kulturowe. Ludność tam zamieszkała trudni się głównie rolnictwem, częściowo zbieractwem oraz drobną wytwórczością rzemieślniczą. Dobrze rozwinięta jest też, jak na stosunki afrykańskie, hodowla bydła. Ludność tego obszaru dzieli się na liczne plemiona, takie jak grupy nilotyckie (Szilluk, Dinka, Neur), Masajowie, Sukowie, Turkana itp.

Afrykę Południową zamieszkują grupy Bantu. Są to grupy głównie rolników zamieszkujących w tzw. kraalach, tj. osadach budowanych na planie koła, otoczonych palisadami. Podstawą organizacji społecznej jest grupa patrylinearna. Główne rośliny uprawne to proso, kukurydza i maniok, a narzędzia rolnicze — kopaczka z metalowym ostrzem.

Afryka Równikowa zajmuje region częściowo pokryty puszczą równikową, a częściowo lasami galeriowymi i sawanną. Podstawą gospodarczą dla ludności zamieszkującej ten teren są uprawy ogródkowe (kopieniactwo), a także myślistwo i zbieractwo. Klimat sprawia, że uprawy rolnicze zakłada się przez cały rok (brak sezonów w rolnictwie). Jednostką organizacji społecznej jest patrylinearna organizacja rodowa.

Afryka Zachodnia obejmuje tropikalne puszcze oraz suchą i wilgotną sawannę. Na całym tym terenie dominuje gospodarka kopieniacza, połączona z systemem odłogowym. Ze względów klimatycznych występuje sezonowość prac rolniczych. Podstawowe rośliny uprawne to: proso, orzeszki ziemne, ryż, maniok, kukurydza. Organizacja społeczna zbudowana jest na więzach pokrewieństwa (rodzina patrylinearna, wielka rodzina, lineaż, ród) Występują też organizacje terytorialne o charakterze politycznym przypominające feudalne struktury europejskie.

Sahara pod względem kulturowym reprezentuje jeden obszar, gdyż podobne cechy kulturowe różnym grupom nadaje islam. W większości grupy zamieszkujące Saharę zajmują się hodowlą bydła i stosują systematyczne migracje sezonowe. W oazach rolnictwem rzadko trudni się ludność autochtoniczna. Organizacja społeczna opiera się na grupach możnych (warstwie arystokracji).

Sudan Wschodni zamieszkały jest przez nomadów, hodowców wielbłądów, wołów, owiec, kóz i koni. Migracje wymuszane są przez warunki klimatyczne. W porze suchej grupy ulegają rozproszeniu, w porze deszczowej gromadzą się wokół zbiorników i źródeł wody. Tylko niektóre grupy zajmują się rolnictwem. Organizacja społeczna opiera się na systemie patrylinearnym, religią jest islam.

Afrykę Północną zamieszkują przeważnie plemiona berberyjskie W większości są to rolnicy uprawiający żyto, owies, pszenicę oraz oliwki, drzewa migdałowe i winnice. Hodowla kóz i owiec rozwinięta jest zasadniczo u grup koczowniczych, ale także u społeczności prowadzących osiadły tryb życia. Dobrze rozwinięte jest rzemieślnictwo, a szczególnie tkactwo. Organizacja społeczna opiera się na patriarchalnej rodzinie i rodzie. Religią grup jest islam.

Z punktu widzenia klasycznych podziałów rasowych gatunku ludzkiego, poszczególne grupy ludności Afryki zaliczyć można do trzech podstawowych odmian, gdyż Buszmenów i Hotentotów niektórzy autorzy zaliczają do form mongoloidalnych. Formy europeidalne zamieszkują Afrykę Północną, formy negroidalne — różne strefy kontynentu afrykańskiego.

Według Eickstedta (1934) gdyby uwzględnić stosunki geograficzne i gospodarcze Afryki, to całą jej ludność można podzielić na następujące grupy: 1) grupy europeidalne żyjące na północy Afryki, 2) grupy Negrów zamieszkujących tereny stepowe, tj. sudanidów z Afryki północno-zachodniej, nilotydów znad środkowego Nilu i bantuidów z Afryki południowo-wschodniej, 3) grupy Negrów leśnych, 4) grupy koczowników z terenów stepowych i pustynnych, 5) grupy Pigmejów.

Do grup europeidalnych zalicza Eickstedt populacje „nordyczne" zamieszkujące w Maroku i Sudanie, populacje „orientalne" występujące na Saharze i w Sudanie, populacje „armenoidalne" spotykane głównie w północnym Maroku, Algierii, Libii

i Egipcie, wreszcie populacje „alpejskie" zamieszkujące w górach Atlas. Grupy Murzynów stepowych i leśnych to przede wszystkim populacje Bantu oraz sudańskie, nilotyckie, paleonegryckie i etiopskie. Grupy koczowników zamieszkujących tereny stepowe i pustynne to populacje buszmeńskie i hotentockie.

Buszmeni pod względem antropologicznym cechują się małą wysokością ciała, głową wydłużoną, szeroką twarzą, wystającymi kośćmi jarzmowymi, bardzo szerokim nosem, włosami typu fil-fil, brunatnożółtą skórą, powieką często z fałdą mongolską, wąskimi wargami, a u kobiet często występującą steatopygią.

Hotentoci są spokrewnieni pod względem biologicznym i kulturowym z Buszmenami. Cechują się średnią wysokością ciała, wydłużoną głową, krótką, szeroką i prognatyczną twarzą, wargami wąskimi i nie wywiniętymi, powieką górną oka z tzw. fałdą hotentocką, która zakrywa od zewnątrz połowę krawędzi powieki oraz kąt szpary ocznej, nosem bardzo szerokim, wełnistymi włosami, u kobiet występującą steatopygią, a także tzw. fartuszkiem hotentockim.

Pigmeje cechują się skrajnie małą wysokością ciała, przy krótkich nogach i proporcjonalnie długim tułowiu. Cechują ich ponadto krótkie i szerokie uszy bez płatków, warga górna wypukła, oczy czarne lub ciemnopiwne, brunatna barwa skóry, włosy wełniste, głowa pośredniej długości, czoło stromo ustawione, twarz zwężająca się w kierunku brody, nos bardzo szeroki, wargi wąskie, skóra jasna barwy cynamonowobrunatnej, często w odcieniu żółtawym lub czerwonym, włosy barwy ciemnobrunatnej.

Odmienną budową morfologiczną cechują się grupy murzyńskie, zarówno te które zamieszkują tereny stepowe, jak i lesiste.

Grupy Murzynów stepowych cechuje ciemny pigment skóry, włosy wełniste lub kędzierzawe, znaczna wysokość ciała, smukła budowa ciała, głowa wydłużona, czoło strome, guzy czołowe osadzone blisko siebie, twarz szeroka, nos bardzo szeroki szczególnie u nasady, wargi grube wywinięte, silny prognatyzm.

Grupy Murzynów leśnych odróżniają się od Murzynów stepowych następującymi cechami: średnia wysokość ciała, długi tułów w stosunku do kończyn, głowa średnio długa bądź krótka, nos szeroki, lejkowaty, ale węższy niż u Murzynów stepowych, wargi średnio grube.

Coon, Garn i Birdsell ludność Afryki podzielili na 7 grup:

1) populacje Afryki Wschodniej i Południowej,

2) populacje Sudańczyków, tj. „właściwych" Murzynów z Sudanu,

3) populacje Murzynów leśnych z zachodniej i środkowej Afryki, w głównej mierze z dorzecza Kongo (Zairu),

4) populacje Bantu z południowej i wschodniej Afryki,

5) populacje Buszmenów i Hotentotów — pierwotnych mieszkańców Afryki Południowej,

6) populacje Pigmejów zamieszkujących leśne tereny od Afryki środkowej do Filipin i Nowej Gwinei,

7) populacje kolorowe Afryki Południowej, które są produktem zmieszania się Hotentotów, Buszmenów z grupami przybyłymi z północnej Europy oraz z populacjami Bantu.

Azja

W przypadku kontynentu azjatyckiego charakter środowiska geograficznego był główną przyczyną zróżnicowania kulturowego i biologicznego grup ludzkich. Środowisko geograficzne można podzielić następująco:

1. Tundra — północny pas kontynentu sięgający do brzegów Oceanu Arktycznego, jest on obszarem nizinnym na zachodzie i wyżynnym na wschodzie. Stałe siedziby zakładają tu tylko nieliczne plemiona łowców i hodowców reniferów oraz plemiona zajmujące się rybołówstwem.

2. Tajga — ciągnąca się na południe od tundry, kraina lasów, która ciągnie się od Półwyspu Skandynawskiego do Morza Ochockiego, dochodząc na południe aż po Ałtaj i górne dorzecze Amuru.

3. Stepy Syberii zachodniej i pustynie Turanu — rozciągają się na południe od tajgi. Od wschodu graniczą z górami masywu centralno-azjatyckiego, na południu z Wyżyną Iranu. Na zachodzie brak wyraźnej granicy stepu i ciągnie się on wzdłuż północnych wybrzeży Morza Czarnego, sięgając poprzez Karpaty, aż po Nizinę Węgierską.

4. Góry i kotliny Azji centralnej — na zachód od równiny Turanu rozciągają się pasma górskie Himalajów, Ałtyntag, Tien-Szan i Ałtaj, a między tymi łańcuchami górskimi rozciągają się wyżynne płaszczyzny Tybetu, Turkiestanu i Dżungarii, a dalej ku wschodowi step Mongolii i pustynia Gobi.

5. Kraj Nadamurski, Mandżuria i Korea — po wschodnich stokach masywu górskiego Azji centralnej do Pacyfiku płyną rzeki: Amur, Hoang Ho i Jangcy.

6. Chiny — terytorium tego kraju jest bardzo niejednolite pod względem geograficznym.

7. Wyspy Azji wschodniej — od Kamczatki aż po wybrzeże Chin ciągnie się wzdłuż wschodniego wybrzeża Azji łańcuch wysp przybrzeżnych (Kuryle, Sachalin, Wyspy Japońskie, Tajwan). Środowisko geograficzne tych wysp jest bardzo zróżnicowane.

8. Indochiny - wschodnią odnogę kontynentu azjatyckiego stanowi półwysep indochiński, wyraźnie różny klimatycznie od obszaru kontynentalnego.

9. Półwysep Indyjski — jest odgraniczony bardzo wyraźnie od kontynentu azjatyckiego przez Himalaje, a dzieli się pod względem geograficznym na dwie strefy — północną utworzoną przez dolinę Gangesu i Indusu oraz południową — wyżyna Dekanu.

10. Wyżyny Iranu i Azji Mniejszej - ciągną się one od doliny Indusu aż po Morze Śródziemne.

11. Kurdystan, Armenia i Kaukaz — urodzajne doliny wysokogórskie.

12. Mezopotamia — dolina dwóch wielkich rzek Eufratu i Tygrysu.

13. Półwysep Arabski — ubogi w wodę, wyżynny, stepowy i pustynny obszar.

Tak znaczne zróżnicowanie środowiska geograficznego znajduje swe odbicie w biologicznym zróżnicowaniu grup ludzkich kontynentu azjatyckiego, którego klasyfikacja i opis jest przedsięwzięciem bardzo trudnym. Ze względu na dość łatwo wyodrębnialne na kontynencie azjatyckim populacje lokalne, opis form ludzkich

można sprowadzić do opisu poszczególnych ras geograficznych. Formy należące do odmiany żółtej to cztery główne rasy — tunguska, chińska, paleomongolska i syberyjska.

Rasa tunguska (tungijska) zajmuje obszar na północ od Himalajów aż do wybrzeży Morza Lodowatego. Jest to teren wyżynny z licznymi łańcuchami górskimi. Cechami charakterystycznymi dla tej rasy są: średnia wysokość ciała, skóra śniada lub płowa o żółtawym odcieniu, oczy ciemne, włosy czarne o niebieskawym połysku, proste, zarost twarzy skąpy, twarz płaska, silnie rozwinięte kości jarzmowe, na policzkach widoczne dwie warstwy tłuszczu, słabe wysklepienie nosa, szpara oczna wyraźnie wąska, często ustawiona skośnie, powieka z fałdą mongolską. Rasę tę można podzielić na wiele grup lokalnych: Buriaci — zajmujący tereny zabajkalskie, Kałmucy — zamieszkujący od Wołgi do zachodnich krańców pustyni Gobi, Gilacy i Oroczonowie — zajmujący tereny nad Amurem, Aleuci — mieszkańcy północno-wschodnich wysp azjatyckich, Chałchasi — zamieszkujący północną część pustyni Gobi, Torgonci - mieszkańcy Ałtaju. Ogólnie rasę tę dzieli się na trzy rozróżnialne morfologicznie podgrupy: gilacko-aleucką, mongolską i mandżursko-tunguską.

Rasa chińska składa się z najbardziej wysuniętych na wschód populacji mongoloidalnych. Zajmuje tereny lessowe w dorzeczu Huang-ho i Jangcy, na północnym wschodzie Koreę i Mandżurię. Rasę tę cechuje średnia wysokość ciała, głowa długa, twarz wąska, nos wąski, skóra jasna, żółtośniada, oczy czarne lub ciemnopiwne, włosy czarne, proste, cechy mongoloidalne wyrażone słabiej, oko o wąskiej szparze, nieco ukośne, często występująca fałda mongolska, twarz wysoka. Sądzi się, że terytorium, na którym występują opisane kategorie cech to północne Chiny. Grupy zamieszkujące Mandżurię i Koreę morfologicznie bardziej zbliżone są do rasy tunguskiej i nazywa się je niekiedy grupą daurską, charakteryzującą się niższą wysokością ciała, krótszą głową, szerszą i bardziej płaską twarzą.

Rasa paleomongolska składa się z różnych grup lokalnych znacznie różniących się między sobą. Tereny zamieszkałe przez tę rasę to tropikalne lasy południowowschodniej Azji, Indochiny, Malakka, Indonezja, Wyspy Japońskie. Jej cechy morfologiczne to: mała wysokość ciała, krępa budowa, skóra śniadobrunatna, oczy ciemne, włosy czarne, proste, sztywne, niekiedy falujące, głowa krótka, twarz niska i szeroka, ale bez cech „typowych" mongoloidalnych, oprawa oka niekiedy z fałdą powiekową, nos średnio szeroki, prosty.

Rasa syberyjska zamieszkuje duże obszary północnej Azji od Uralu na zachodzie do krańców północno-wschodnich. Często dzieli się tę rasę na dwie grupy terytorialne: zachodnią (tzw. rasę uralską) i wschodnią. Charakterystyka morfologiczna: skóra jasna, oczy piwne, a nawet niebieskie, włosy ciemne, często czarne i sztywne, niekiedy mongolska oprawa oka, prawie zupełny brak skośnie ustawionej szpary ocznej, głowa długa, twarz pośrednia, nos średni, twarz dość silnie spłaszczona, policzki mierne, słabo wystające.

Populacje, których cechy morfologiczne łączy się z odmianą białą zaliczane są do rasy turańskiej, armenoidalnej, orientalnej, hinduskiej, weddyjskiej i ainoskiej.

Rasa turańska składa się z grup zamieszkujących stepy i pustynie Turkmenii,

na zachód od Morza Czarnego, na wschód do Ałtaju i Pamiru. Na północy graniczy ona z rasą syberyjską, na południu granicę stanowi Kaukaz i Wyżyna Irańska. Cechy morfologiczne tej rasy to: średnia wysokość ciała, głowa krótka, wysoka, twarz wydłużona, nos wąski o prostym profilu, szpara oczna niekiedy ukośna, pigmentacja ciemna, skóra śniada, włosy niekiedy faliste. Cechy właściwe tej rasie spotykane są u Kazachów, Turkmenów, Kirgizów, Tadżyków.

Rasa armenoidalna składa się z grup zamieszkujących górzyste obszary Azji Mniejszej oraz południowy Kaukaz. Jej właściwości morfologiczne to średnia wysokość ciała, krępa budowa, głowa krótka, szeroka i wysoka, twarz wąska o szerokim czole, wąski lub średni nos, pigmentacja ciemna, oczy piwne lub zielonkawe, skóra śniada, włosy ciemne, faliste.

Rasa orientalna zajmuje tereny od Gibraltaru aż do Indonezji. Spotykana jest na stepowych i pustynnych terenach Arabii, Iranu i Mezopotamii. Główne cechy morfologiczne to: średnia wysokość ciała, smukła budowa ciała, głowa długa, twarz bardzo wąska, owalna, nos wąski o silnie wydatnym i wąskim grzbiecie, szpara oczna kształtu migdałowatego, oczy ciemnopiwne, włosy czarne o różnym kształcie, skóra śniada, niekiedy brunatna. Na różnych terytoriach wydziela się szereg ras lokalnych w ramach rasy orientalnej.

Rasa hinduska występuje na terenach Indii i często dzieli się ją na dwie grupy: północnohinduską (np. Sikhowie w Pendżabie) i wschodniohinduską (przede wszystkim Dekan). Cechuje ją duża wysokość ciała, głowa silnie wydłużona, twarz wąska o wąskim lub średnim nosie, oczy ciemne, powieki o sierpowatym kształcie, skóra jasna lub średnio brunatna, włosy ciemne, faliste.

Rasa weddyjska występuje na Półwyspie Indyjskim oraz Cejlonie i stanowi prawdopodobnie bardzo starą formację ludnościową. Dlatego jej przynależność odmianowa czy ogólnie jej miejsce w systematyce wewnątrzgatunkowej człowieka jest dotychczas dyskusyjne. Cechuje ją mała wysokość ciała, głowa długa, o wąskim i pochyłonym czole, silnie rozwinięte łuki nadoczodołowe, twarz dość niska, ortognatyczna, nos szeroki, skóra od jasnobrunatnej do prawie czarnej, włosy ciemne, kędzierzawe, oczy ciemne. Często rasę tę dzieli się na grupy lokalne, np. podtyp gondyjski — grupy z lesistych terenów Dekanu i innych terenów lesistych Indii środkowych i wschodnich oraz podtyp malijski — grupy z górzystych Indii południowych.

Rasę ainowską stanowią grupy ludzkie zamieszkujące obecnie wyspy Hokkaido i południowy Sachalin, a także Wyspy Kurylskie. Rasa ta stanowi bardzo starą formację ludnościową północno-wschodniej Azji. Jej główne cechy morfologiczne to: mała wysokość ciała, długa głowa, twarz szeroka, niska, niskie oczodoły, nos średni, niekiedy szeroki, niekiedy płaskość „mongoloidalna" twarzy lub powieka „mongolska", skóra biała lub płowa, oczy piwne, włosy czarne, faliste lub łokowate.

Obok wymienionych ras, których cechy morfologiczne łączy się z odmianą żółtą i białą gatunku ludzkiego wyróżnia się jeszcze rasę hinduską czarną oraz pigmejską azjatycką, których cechy nawiązują do odmiany czarnej.

Rasa hinduska czarna zamieszkuje tereny południowo-wschodnie Półwyspu Indyjskiego. Cechuje ją średnia wysokość ciała, długa i wąska głowa, niska twarz,

nos średnio szeroki, skóra ciemnobrunatna, nieraz prawie czarna, oczy ciemne, osadzone głęboko, szpara oczna kształtu wrzecionowatego, włosy ciemne, faliste z tendencją do lokowatych.

Rasa pigmejska azjatycka zamieszkuje Wielkie i Małe Andamany (grupa andamańska), południowe Indochiny, w tym szczególnie półwysep Malakka (grupa Semangów), wyspy Archipelagu Filipińskiego (grupa Aeto). Rasę tą cechuje mała wysokość ciała, krótka głowa, twarz niska, nos średni lub szeroki, wargi grube, profil wargi górnej wklęsły, oczy i włosy ciemne, kształt włosów podobny do murzyńskich, skóra ciemnobrunatna.

Coon, Garn i Birdsell podzielili ludność Azji na 8 grup, wydzielając następujące jednostki terytorialne:

1) populacje klasycznych mongoloidów zamieszkujących Syberię, Mongolię, Koreę i Japonię,

2) populacje z północnych Chin, zamieszkujące Mandżurię oraz północne Chiny,

3) populacje Chin południowych, Tajów, częściowo Burmańczyków, Indonezyjczyków z Wielkich Sundów oraz pewne populacje z Archipelagu Filipińskiego,

4) populacje mongoloidów tybeto-indonezyjskich, obejmujące plemiona górskie Szeszuanu, Tybetu wschodniego i północnego, Birmy oraz ludy Indonezji,

5) populacje Turków, obejmujące grupy pasterzy środkowoazjatyckich,

6) populacje Ainów grupy zamieszkujące Wyspy Kurylskie, Sachalin oraz wyspę Hokkaido,

7) populacje Lapończyków - nieliczne grupy północnej Skandynawii i półwyspu Kola,

8) populacje Eskimosów - zamieszkujące okolice Cieśniny Beringa

Europa

Zagadnieniom zróżnicowania pradziejowej, historycznej czy współczesnej ludności Europy poświęconych jest wiele opracowań monograficznych, w których ich autorzy opierali się na różnych, niekiedy bardzo rozbieżnych, ujęciach metodologicznych czy metodycznych. W antropologii polskiej zagadnienia te były szczególnie często podnoszone ze względu na czynione próby rekonstrukcji procesów etnogenezy ludów słowiańskich. Przemiany biologiczne i kulturowe w Europie były procesami niezwykle złożonymi ze względu na to, że ludność zamieszkująca od najdawniejszych czasów ten kontynent miała silne kontakty (biologiczne i kulturowe) z grupami zamieszkującymi różne regiony Azji oraz Afrykę. Dodatkowo stopień komplikacji systemów adaptacyjnych populacji europejskich był w okresach pradziejowych i historycznych o wiele wyższy od systemów najbliższych populacji pozaeuropejskich, bądź inny w swoich istotnych cechach kulturowych, stąd ocena biologicznych i kulturowych kontaktów grup europejskich z pozaeuropejskimi staje się bardzo trudna, a niekiedy praktycznie niemożliwa. Z drugiej strony rekonstrukcja przemian biologicznych i kulturowych zachodzących na kontynencie europejskim, jak mogłoby się wydawać, powinna być zabiegiem stosunkowo prostym ze względu na bardzo

duże zaawansowanie badań oraz zachowanie się wielu niezwykle cennych informacji źródłowych. Jak się jednak okazało, opisanie zróżnicowania biologicznego i kulturowego populacji europejskich w ramach wykonanych rekonstrukcji przemian biokulturowych jest problemem niezwykle trudnym z kilku co najmniej powodów. Po pierwsze, zróżnicowanie na krainy biogeograficzne Europy (północną, pasa centralnego, śródziemnomorską) jakkolwiek w ogólnych zarysach pokrywa się ze zróżnicowaniem pewnych cech biologicznych, to jednak większość interesujących nas „wydarzeń" biologicznych i kulturowych miało miejsce na terenach pozbawionych istotnych barier geograficznych. Po drugie, systemy kulturowe populacji europejskich od okresu neolitu, jakkolwiek różne w swoich cechach szczegółowych, były podobne pod względem istotnych właściwości adaptacyjnych, przy czym przekaz informacji kulturowej był bardzo intensywny. Po trzecie wreszcie, w różnych okresach dziejów poszczególne grupy powiększały bądź zmieniały zajmowane przez siebie terytoria geograficzne, jak również zasięgi oddziaływania kulturowego.

Z powyższych powodów opis zróżnicowania biologicznego ludności europejskiej oparliśmy na próbie klasyfikacji Eickstedta, Coona, Garna i Birdsella oraz ujęciu Czekanowskiego i Kóčki. Eickstedt podzielił ludność europejską według kryterium geograficznego na trzy grupy. Północną krainę europejską zamieszkuje według niego grupa jasno pigmentowanych ras (rasa nordyczna i jej różne warianty oraz rasa wschodnioeuropejska). Z geograficznego punktu widzenia północną krainę Europy stanowią równiny ciągnące się szerokim pasem od zachodniej Francji aż po Ural, na południu zaś obejmują teren do Morza Czarnego i Kaspijskiego, natomiast na północy wybrzeże Skandynawii sięgając do Oceanu Lodowatego. Terytorium to pokrywa się z granicami zasięgu lodowca północnego i obejmuje europejskie lasy północne łącznie z tundrą polarną. W centralnym pasie Europy, zdaniem Eickstedta, występują rasy cechujące się szczególnie krótkimi głowami, tj. rasa alpejska i dynarska, a we wschodniej części tego pasa przednioazjatycka i turańska. Pas ten obejmuje masywy górskie Alp i Karpat, a poprzez Góry Dynarskie łączy się z górzystymi terenami Azji Mniejszej. Sądzi się, że odrębność rasowa na tym terenie związana była ze specyficznymi warunkami geograficznymi i klimatycznymi, które warunkowały pewne różnice w systemach kulturowych grup zamieszkujących te tereny. Warunki geograficzne tych terenów wpływały na specyficzność kontaktów biologicznych i kulturowych zamieszkujących je populacji z innymi populacjami Trzecia kraina geograficzna zdaniem Eickstedta obejmuje południowe tereny Europy oraz część Azji Mniejszej, Półwysep Arabski i Afrykę północną. Grupy ludzkie zamieszkujące to terytorium cechuje bardziej ciemna pigmentacja w stosunku do innych oraz długogłowość, a zaliczane są one do rasy śródziemnomorskiej, przy czym wyróżnia się kilka ras lokalnych. Na terytoriach położonych bardziej na wschód i południe (Azja Mniejsza i Afryka północna) wyróżnia się ponadto rasę orientalną i hinduską. W ujęciu Eickstedta do pnia europeidalnego zaliczyć także należy grupę polinezyjską, weddyjską i ajnu.

W systemie podziału ludności świata zaproponowanym przez Coona, Garna i Bridsella ludność europejską zalicza się do jednej rasy (europejskiej), która pierwotnie obejmowała mieszkańców Europy i Bliskiego Wschodu, a obecnie (w wy-

niku ekspansji) spotykana jest na całej kuli ziemskiej. Autorzy ci proponują aby w ramach rasy europejskiej wyróżniać cztery rasy lokalne: populacje nordyczne, które pierwotnie zamieszkiwały Europę północną oraz północno-zachodnią, populacje południowo-wschodnie rozmieszczone na terytorium sięgającym od Bałtyku do Syberii oraz od Karpat i Morza Czarnego do arktycznej tundry, populacje alpejskie rozmieszczone na górzystych terenach Europy środkowej oraz populacje śródziemnomorskie zamieszkujące basen Morza Śródziemnego, a także niektóre tereny Azji Mniejszej.

W ujęciu Czekanowskiego Europę zamieszkuje ludność, wśród której wyróżnić można dziesięć spośród dwudziestu jeden składników antropologicznych ludności świata, z których cztery stanowią elementy rasowe (rasy właściwe), natomiast sześć to typy antropologiczne, które powstały w wyniku wykrzyżowania się ras właściwych. Rasami właściwymi występującymi w Europie, zdaniem Czekanowskiego są: rasa nordyczna występująca przede wszystkim na terenach okalających Morze Północne i Bałtyckie oraz górne dorzecze Dniepru; rasa śródziemnomorska spotykana w największym skupieniu na terenach położonych nad Morzem Śródziemnym oraz nad europejskim wybrzeżem Oceanu Atlantyckiego aż po Skandynawię, a także w północno-wschodniej Afryce; rasa armenoidalna spotykana najczęściej na Kaukazie oraz w zachodniej części Półwyspu Bałkańskiego; rasa laponoidalna zamieszkująca podbiegunowe terytoria Europy, a także centralną Azję, północno-wschodnią Europę i górzyste tereny Europy środkowej.

Typy antropologiczne ludności europejskiej to: dynarski, alpejski, sublaponoidalny, północno-zachodni, litoralny i subnordyczny.

Zróżnicowanie pod względem biologicznym ludności Europy według założeń Czekanowskiego polega na tym, że poszczególne elementy (rasy właściwe i typy antropologiczne) występują na różnych terytoriach geograficznych w różnych stosunkach liczbowych. Terytoria te cechuje jedynie, w stosunku do innych, przewaga któregoś z elementów lub też odmienne relacje ich wzajemnego ustosunkowania. Charakterystyką zbiorczą opisującą zróżnicowanie rasowe jest formacja antropologiczna, w ramach której jako grupy podobne uznaje się populacje cechujące się bardzo zbliżonymi relacjami ilościowymi ras i typów antropologicznych. Opierając się na koncepcjach Czekanowskiego, Żejmo-Żejmis wyodrębnił wśród ludności europejskiej 10 formacji antropologicznych, charakteryzując ich struktury antropologiczne oraz nadając im odpowiednie nazwy (ryc. 3.4.3). Bardziej szczegółowy podział ludności europejskiej w ramach koncepcji typologicznej Czekanowskiego przedstawił Kóčka, który dla okresu wczesnego średniowiecza wyróżnił 22 formacje antropologiczne.

Charakterystyki morfologiczne ras właściwych i typów antropologicznych wydzielonych przez Czekanowskiego zostały opisane w poprzedniej części rozdziału. Wyróżnione natomiast przez Eickstedta rasy ludności europejskiej pod względem opisów morfologicznych tylko nieznacznie różnią się od opisów jednostek klasyfikacyjnych Czekanowskiego i dlatego nie przedstawiamy ich szczegółowych charakterystyk.

Niezwykle istotnym problemem w badaniach zróżnicowania biologicznego ludności zamieszkującej dane terytoria geograficzne jest zagadnienie rasogenezy i etno-

genezy. Oczywiście w ramach krótkiego przeglądu kwestii zróżnicowania człowieka współczesnego (czy tylko ludności europejskiej) trudno jest omówić całokształt bardzo skomplikowanych procesów etnogenetycznych, które są rezultatem przemian biologicznych i kulturowych populacji ludzkich, o charakterze adaptacyjnym.

W antropologii polskiej centralne miejsce miała i ma także obecnie tematyka wiążąca się z procesami etnogenezy Słowian, stąd warto, jednak w bardzo uproszczony i skrótowy sposób, przedstawić niektóre ustalenia w tym problemie badawczym.

Dotychczasowe wyniki badań etnogenezy Słowian

Zagadnienia etnogenezy Słowian zostały opracowane głównie według typologicznej koncepcji rasy, a więc przede wszystkim z punktu widzenia procesów migracyjnych i hybrydyzacyjnych, przez J. Czekanowskiego, W. Kóčkę i W. P. Aleksiejewa. Wyniki tych badań, zebrane przez A. Wiercińskiego, w następujący sposób określają proces rozwoju słowiańskiego systemu etnokulturowego. W ujęciu polskiej szkoły antropologicznej podstawę wnioskowania etnogenetycznego J. Czekanowskiego stanowiła analiza metodą różnic przeciętnych, składów rasowych grup ludzkich z obszarów Słowiańszczyzny i sąsiednich. Składy rasowe poszczególnych grup określano stosując prawo liczebności typów antropologicznych na podstawie indywidualnych określeń typologicznych osobników. W procesie klasyfikacji składów rasowych stosowano pojęcie formacji antropologicznej, czyli zbioru podobnych do siebie składów rasowych terytorialnych grup ludzkich. J. Czekanowski analizując zróżnicowanie antropologiczne ludności środkowoeuropejskiej doszedł do wniosku, że w dorzeczu Wisły i Odry ukształtowała się pra-bałto-słowiańska struktura antropologiczna należąca do formacji nordycznej typu kontynentalnego, a więc w składach rasowych grup ludzkich zamieszkujących ten teren przeważał element nordyczny nad laponoidalnym i śródziemnomorskim (formacja typu $a>l>e$). Natomiast wśród Słowian południowych Bułgarzy reprezentują zeslawizowany relikt neolityczny formacji śródziemnomorskiej ($e>h$), Chorwaci i Serbowie eneolityczną formację z przewagą składnika armenoidalnego, a Słoweńcy i Macedończycy należą do formacji mieszanej, w której zauważa się pewną przewagę elementu nordycznego. Współcześni Czesi, Słowacy i Łużyczanie stanowią potomków populacji słowiańskich, które przeobraziły się na skutek przekrzyżowania z liczniejszą ludnością autochtoniczną o przewadze elementu laponoidalnego i armenoidalnego. Słowianie wschodni swoją odrębność od innych grup słowiańskich uzyskali na południu z powodu kontaktów z ludnością irańską o przewadze składnika śródziemnomorskiego, a na północy przez skrzyżowanie z grupami ugrofińskimi, dla których charakterystyczny był znaczny udział elementu paleoazjatyckiego.

Zdaniem J. Czekanowskiego ludność Polski reprezentuje w najwyraźniejszej postaci pierwotną populację protosłowiańską, należąc w dwóch trzecich do nordycznej formacji typu kontynentalnego (grupy: wielkopolsko-kujawska, pomorska, mazowiecka), natomiast grupa małopolsko-śląska wykazuje pewną przewagę elementu laponoidalnego, jako skutek wchłonięcia podłoża przedsłowiańskiego.

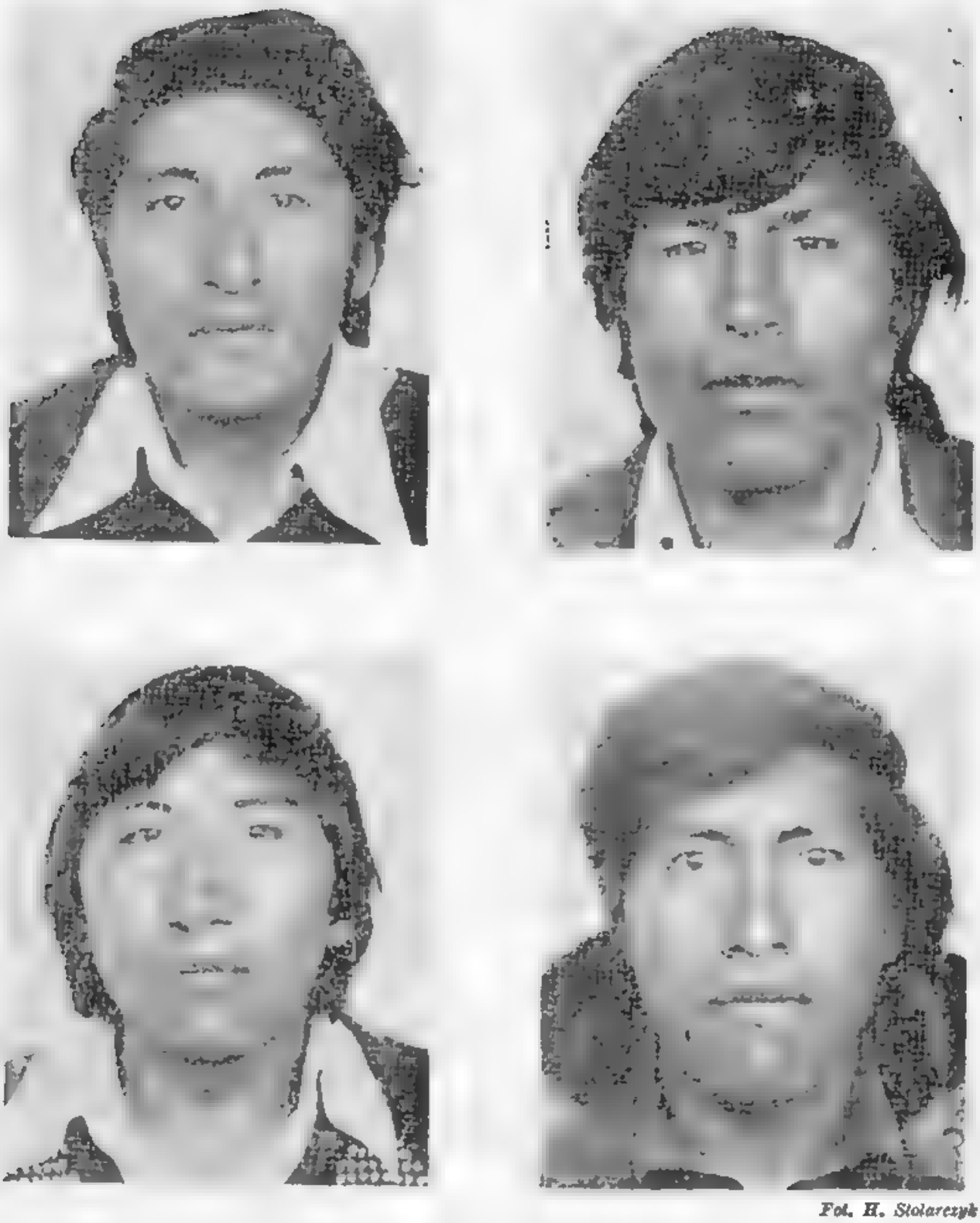
W. Kóčka posługując s ię metodą punktów odniesienia, celem opisu składów rasowych poszczególnych gru p europejskich, przedstawił ogólne ujęcie procesów etnogenezy Słowian, dość zna cznie odbiegające od powyżej przedstawionych rezultatów Szkoły Lwowskiej. Sądził on, że wspólnota praindoeuropejska ukształtowała się na rozległych obszarach środkowej i środkowo-wschodniej Europy, na bazie plemion naddunajski ch, neolitycznego cyklu kulturowego, który cechował się bezwzględną przewagą składnika śródziemnomorskiego. Poszczególne zespoły etniczne ludności indoeuropejskiej wyodrębniły się już w neolicie na skutek zróżnicowanego przekrzyżowania się z mezolitycznymi substratami rybacko-myśliwskimi o przewadze elementów paleoeuropeidalnego i laponoidalnego. Dorzecze Wisły i Odry jest obszarem wyróżnicowania się zespołu protosłowiańskiego, którego reprezentację antropologiczną stanowiły, jeszcze w średniowieczu, populacje z ziem polskich cechujące się strukturą $e>p>l>a$, podczas gdy najbliższe im populacje białoruskie i wielkoruskie charakteryzował wyższy udział elementu laponoidalnego. W ujęciu tym przyjmuje się, że Czesi i Chorwaci należą do jednej formacji typu $e>l>h>a$, powstałej na skutek wchłonięcia archaicznego podłoża iliryjskiego, bądź tureckiego z przewagą elementów armenoidalnego i laponoidalnego. Bułgarów i Słowaków zalicza się do formacji typu $l>h>a$, natomiast Połabian, Słoweńców i Rusinów do formacji typu $e>a>h$.

Synteza W. P. Aleksiejewa wykonana metodą subiektywnej oceny różnic i rozbieżności poszczególnych przeciętnych cech charakteryzujących daną populację dowodzi, że Litwini i Łotysze są potomkami ludności kultury ceramiki sznurowej z pewnym udziałem komponent południowych, natomiast we wschodniej Litwie zaznacza się wpływ składnika mongoloidalnego, wywodzącego się z populacji kultury ceramiki grzebykowo-dołkowej. W obrębie ludów ugrofińskich proces rasogenezy był zróżnicowany w wyniku mieszania się długogłowców europejskich z mongoloidami i doprowadził do wyodrębnienia się trzech kompleksów typologicznych: laponoidalnego, wschodniobałtyckiego oraz suburalskiego. Występuje wspólny składnik antropologiczny dla Słowian zachodnich, południowych i wschodnich, który ukształtował się na obszarze leżącym na południowy zachód od Słowian wschodnich, natomiast na obszarze północnowielkoruskim uwidacznia się slaba mongoloidyzacja związana z oddziaływaniem populacji fińskich.

Wynikający z przytoczonych powyżej trzech ujęć antropologicznych etnogenezy Słowian, wniosek o konieczności umiejscowienia struktury antropologicznej Prasłowian na ziemiach polskich, został z pozytywnym skutkiem zweryfikowany przez A. Wiercińskiego. Autor ten stosując strukturalną i procesualną analizę identyfikacji antropologicznej Prasłowian, przy uwzględnieniu mikroewolucyjnych przemian populacyjnych w cechach uważanych za ważne z punktu widzenia analizy rasowej doszedł do przekonania, że ludność kultury trzcinieckiej może być uważana jako najbardziej odpowiadająca antropologicznie ludności prasłowiańskiej, w przeciwieństwie do zamieszkującej również tereny Polski ludności kultury ceramiki sznurowej i kultury mierzanowickiej, które mogły mieć tylko pewien — trudny do ilościowego określenia — wkład w formowanie się ludności słowiańskiej.

Ryc. 3.5.1. Różnice rasowe w profilu twarzy prognatyczny (typowy dla przedstawicieli z populacji odmiany czarnej), płaski (typowy dla populacji mongoloidalnych), płaski z prognatyzmem szczękowym (charakterystyczny dla populacji azjatyckich), silnie wyrzeźbiony (właściwy populacji odmiany białej)

Ryc. 3.5.2. Zróżnicowanie budowy morfologicznej ludności Oceanii: od góry — kobieta z wysp Mikronezji, mężczyzna z wysp Oceanu, chłopiec z Oceanii, dziewczyna z wysp Mikronezji



Fot. H. Stolarczyk

Ryc. 3.5.3. Zróżnicowanie budowy morfologicznej ludności Ameryki Południowej (mieszkańcy Peru): u góry – członkowie szczepu Keczua z okolic jeziora Titicaca; u dołu – członkowie szczepu Ajmara z okolic jeziora Titicaca

Fot. H. Stolarczyk

Ryc. 3.5.4. Zróżnicowanie budowy morfologicznej ludności Ameryki Południowej (mieszkańcy Peru): kobiety ze szczepu Ajmara i Keczua z okolic jeziora Titicaca

Fot. M. Michalski

Ryc. 3.3.5. Zróżnicowanie budowy morfologicznej ludności Kuby

Fot. M. Michalski

Ryc. 3.5.6. Zróżnicowanie budowy morfologicznej ludności Afryki: od góry – mieszkaniec Mali, mieszkanka Ghany, mieszkaniec Kamerunu i mieszkaniec Mali

Fot. M. Michalski

Ryc. 3.5 7. Zróżnicowanie budowy morfologicznej ludności Afryki: od góry — mieszkaniec Zairu i Kenii, u dołu — mieszkańcy Kenii i Somalii

Rys. 3.5. Mieszkańcy Afryki: od góry — mężczyzna z Zachodniej Afryki, Beduin z Północnej Afryki, mężczyzna z Afryki centralnej, mężczyzna z plemienia Zulu

Fot. M. Michalski

Ryc. 3.5.9. Zróżnicowanie budowy morfologicznej ludności Azji: u góry — mieszkańcy Chin, u dołu — mieszkańcy Mongolii

Fot. M. Michalski

Ryc. 3.5 10. Zróżnicowanie budowy morfologicznej ludności Azji. u góry — mieszkańcy Korei, u dołu — mieszkańcy Japonii

Fot. M. Michalska

Ryc. 3.5.11. Zróżnicowanie budowy morfologicznej ludności Azji: mieszkańcy Indii

Fot. M. Michalski

Ryc. 3.5 12. Zróżnicowanie budowy morfologicznej ludności Azji: mieszkańcy Indonezji

Fot. M. Michalski

Ryc. 3.5.13. Zróżnicowanie budowy morfologicznej ludności Azji: u góry — mieszkaniec Syrii i Iraku, u dołu — mieszkaniec Jordanii i Iraku (Kurd)

Fot. M. Michalski

Ryc. 3.5.14. Różnice w budowie morfologicznej pomiędzy Haitańczykami

Rys. 3.5.15. Zróżnicowanie budowy morfologicznej i elementów strojów: u góry — kobiety z Zachodnich Indii, Zachodniej Afryki i Północnej Afryki, u dołu — kobiety z Birmy, Japonii i Północnej Azji

Ryc. 3.5.16. Charakterystyczna budowa morfologiczna i strój dla przedstawicieli populacji Indian Ameryki Północnej

Ryc. 3.5.17. Charakterystyczna budowa morfologiczna i strój przedstawicieli populacji północnoazjatyckich

Rozdział szósty

Ekologia człowieka

Jedną z głównych gałęzi antropologii jest ekologia człowieka stanowiąca również część ekologii ogólnej zajmującej się wyjaśnieniem zależności samoregulacyjnych w systemach organizmów żywych. W przeszłości ekologię człowieka utożsamiano z geografią człowieka. Życie człowieka jako jednostki i populacji ludzkich odbywa się w nieustannym kontakcie ze środowiskiem zewnętrznym, we wzajemnej wymianie materii i energii, dzięki czemu populacje ludzkie pozyskują niezbędne dla swej egzystencji warunki.

> Ekologia człowieka bada dynamiczne powiązania grup ludzkich ze środowiskiem w określonych zakresach jego zmienności, bada więc procesy: 1) adaptacji — przystosowań zachodzących na skutek zmian częstości genów w populacji pod wpływem działania doboru naturalnego; 2) adaptabilności — przystosowalności, czyli nieodwracalnych zmian w trakcie rozwoju osobniczego, które zachodzą pod wpływem cech środowiska, lecz które nie utrwalają się w cechach dziedzicznych; 3) adiustacji — dostosowania, czyli przemian odwracalnych takich, jak aklimatyzacja i wytrenowanie, które po ustaniu czynników dostosowujących np. jednostkę do określonych warunków zewnętrznych, wracają po ustaniu oddziaływania tych czynników do pozycji wyjściowej.

Wydzielenie ekologii człowieka jest w pełni uzasadnione, bowiem człowiek rozwinął nieznany innym gatunkom system adaptacyjny usprawniający samoregulację — kulturę. W obrębie ekologii wydziela się autekologię zajmującą się zależnościami: organizm–środowisko abiotyczne i biotyczne, populacjologię (demekologię), czyli ekologię populacji, która zajmuje się zmianami ilościowymi i strukturalnymi populacji w zależności od zmian środowiska i biocenologię zajmującą się badaniem struktury i dynamiki biocenoz na tle ich biotypów. Dwa ostatnie kierunki objęte są jednym terminem synekologii.

Ekologia człowieka zajmuje się interakcją środowiska i populacji ludzkich w czasie i przestrzeni. Wyjaśnia ona wpływy świadomych przekształceń środowiska naturalnego na cechy biologiczne oraz wpływy czynników kulturowych i społecznych,

które m.in. doprowadzają do wytworzenia środowisk sztucznych, a co za tym idzie ograniczają stopniowo rolę selekcji naturalnej.

Ekologia człowieka opisuje wzajemne relacje organizm–środowisko na różnych poziomach: molekularnym, organizmalnym i populacyjnym. Badanie biologicznych i społeczno-kulturowych mechanizmów przystosowawczych człowieka stanowi o interdyscyplinarnym charakterze tej nauki. Stoi ona na styku nauk biologicznych (ewolucjonizm, genetyka, fizjologia, biochemia, immunologia) i medycznych (higiena, epidemiologia, nauka o żywieniu, fizjologia rozwojowa, fizjologia pracy) oraz nauk o ziemi (geografia, klimatologia, gleboznawstwo), a także nauk humanistycznych (demografia, socjologia, archeologia).

Ekologia posługuje się metodami statystyki matematycznej. Na rozwój osobniczy, aktywność życiową i rozwój grupy wpływają czynniki biologiczne, czynniki środowiska naturalnego abiotycznego i czynniki społeczno-kulturowe. Środowisko stanowi zespół czynników zewnętrznych, w których bytuje społeczność ludzka (rzeźba terenu, flora, fauna, cechy klimatu). Społeczności ludzkie tworzą różnorodne grupy odizolowanych populacji lokalnych, odpowiadających w świecie zwierzęcym demom, do bardziej licznych grup, np. plemiennych, narodowych, ponadnarodowych. Istnieją i inne grupy, np. społeczne, zawodowe, religijne. Ekosystem tworzy kompleks złożony z określonej grupy organizmów żywych i środowiska, w którym grupa egzystuje. Ekosystem jest układem dynamicznym, gdzie toczy się walka o istnienie po-

Tabela 3.6.1. Typy środowiska i grupy rasowe

Środowiska życia	Odmiany ludzkie		
	czarna	biała	żółta
Pustynie	Buszmeni, Australijczycy	niektóre ludy semito-hamickie	Mongołowie, ludy tureckie
Tropikalne lasy	Pigmeje, Tasmańczycy, Weddowie, Papuasi	Indo-drawidzi	południowi Mongołowie, Indianie
Tropikalne krzaczaste lasy	Bantu, Angolańczycy, Weddowię	„	Indianie Ameryki Południowej
Sawanny	Niloci, Hausa, Karpentarianie	—	„
Lasy klimatu umiarkowanego	Polinezyjczycy, Karpentarianie	ludy Europy środkowej i północnej	Indianie, Chińczycy
Niski las typu śródziemnomorskiego	Hotentoci, Karpentarianie	ludy śródziemnomorskie	Indianie północnoamerykańscy
Stepy klimatu umiarkowanego	Bantu	Europejczycy	Indianie, Mandżurowie
Tajga	—	Ainu	Lapończycy, Wogułowie, Nency
Tundra	—	—	Lapończycy, Eskimosi, Czukcze
Góry	Bantu, Nowogwinejczycy	grupy armenoidalne i alpejskie	Mongołowie Tybetańczycy, Irańczycy, Boliwijczycy

pulacji zależna od efektywności adaptacji, przy stałym działaniu doboru naturalnego. W miarę rozwoju cywilizacji czynniki płynące ze strony środowiska naturalnego w coraz mniejszym stopniu wpływały na procesy selekcji naturalnej. Nacisk tej selekcji, np. w postaci chorób zakaźnych, w znacznym stopniu został ograniczony przez rozwój medycyny. Pojawiły jednak się w miejsce czynników dawnych nowe czynniki chorobotwórcze wynikające np. z chemizacji życia (alergie, zatrucia), z działania promieniowania radioaktywnego (nowotwory) czy z hipokinezji (choroby narządu ruchu, układu krążenia) oraz z napięć psychicznych itp. Największe skupiska ludzkie znajdują się tam, gdzie przemysł zdewastował szatę roślinną, doprowadził do wyginięcia licznych gatunków lub migracji zwierząt. Dla ekologii człowieka ważne są m.in. badania nad stanem biologicznym ludności z różnych środowisk miasto–wieś. Stan biologiczny populacji można określać takimi wskaźnikami jak: 1) zachorowalność i śmiertelność, 2) długość trwania życia, 3) mierniki rozwoju somatycznego i sprawności fizycznej.

Ekosystemy ludzkie można rozpatrywać na tle warunków środowiska przyrodniczego, w którym żyją populacje wraz z charakterystycznymi formami gospodarki Taka klasyfikacja musi uwzględniać obok ukształtowania terenu, klimatu, flory i fauny właściwości społeczno-ekonomiczne. Środowisko życia człowieka można klasyfikować w zależności od szerokości geograficznej na dziesięć typów: pustynny, wysokich lasów tropikalnych, niskich lasów tropikalnych, sawanny, lasów klimatu umiarkowanego, lasów klimatu śródziemnomorskiego, stepu klimatu umiarkowanego, tajgi, tundry i regionów górskich (tab. 3.6.1). Określone typy środowiska mogą warunkować określony rodzaj gospodarki. Wyróżnia się następujące jej formy: zbieractwo, łowiectwo, pasterstwo i hodowla, koczownictwo, kopieniactwo i rolnictwo. Sens ekologiczny typu gospodarki wyraża się określonym standardem życia populacji, który wpływa na cechy biologiczne, medyczne i demograficzne.

Ekologia żywienia

Zapotrzebowania pokarmowe populacji ludzkich zależą od licznych czynników biogeograficznych i społeczno-cywilizacyjnych. Energia uzyskana z pożywienia jest niezbędna dla funkcjonowania ustroju, a więc: działania mięśni, pracy umysłowej, zachowania stałej ciepłoty ciała, dla rozwoju osobniczego oraz reprodukcji. Dość dokładnie można określać zapotrzebowanie pokarmowe grup ludzkich, np. zawodowych, społecznych zarówno we współczesności, jak również można je odtwarzać dla różnych okresów pradziejowych czy historycznych. Zapotrzebowanie na pokarm zależy od wieku osobniczego, od płci, rodzaju pracy, od wielkości ciała, od pory roku, klimatu, pory doby (sen, czuwanie), a u kobiet m.in. również od ciąży i laktacji. W czasie snu wydatek energetyczny wynosi około 70 kcal/godz. u dorosłych i 40 - 60 kcal/godz. u dzieci. Różne rodzaje pracy wymagają zróżnicowanej podaży pożywienia. Lekka praca biurowa, chodzenie, ubieranie się, zajęcia pozazawodowe powodują mały wydatek energetyczny oceniany szacunkowo na około 2300 - 2400 kcal u mężczyzn i 1900 - 2100 kcal u kobiet. Dość dokładnie scharakteryzowano wydatek energe-

tyczny w poszczególnych grupach zawodowych, co stanowi m.in. kryterium podziału pracy na lekką, średnio ciężką, ciężką i bardzo ciężką.

Granica wydatku energetycznego dla ciężkiej pracy w ciągu dnia wynosi 4800 kcal. Wartość ta jest często znacznie przekraczana przez osoby trenujące niektóre dyscypliny sportu lub podczas zawodów sportowych.

W warunkach chłodu człowiek traci dodatkowo energię, stąd w różnych warunkach klimatycznych zapotrzebowanie ilościowe na kalorie jest różne i różny jest sposób zaspokajania potrzeb kalorycznych człowieka. Różny więc jest udział tłuszczów, białek, węglowodanów w spożyciu w zależności od właściwości środowiska i klimatu. Specyfika żywienia różnych populacji nie jest zbyt dobrze poznana, wiadomo jednak, że niektóre populacje, np. Hindusi, nie spożywają pokarmów mięsnych, że istnieją zakazy np. religijne spożywania mięsa określonych gatunków zwierząt. Z przystosowań genetycznych wynika zapewne sposób żywienia niektórych grup ludzkich, o czym świadczy np. możliwość spożywania bardzo znacznych ilości tłuszczów przez Eskimosów.

Różne populacje ludzkie, grupy społeczne i zawodowe charakteryzują się różnorodnością wad żywieniowych (nadmiar czy niedobór pożywienia, niewłaściwy skład diety, ograniczona liczba posiłków, np. 2 - 3 w ciągu doby). Dla krajów rozwijających się charakterystyczne jest niedożywienie, jednostronność diety, niedobór białka zwierzęcego, małe spożycie ryb, warzyw i owoców. W populacjach niedożywionych Afryki, Azji czy Ameryki Łacińskiej udział tkanki tłuszczowej wynosi kilka procent ciężaru ciała, zaś w dobrze odżywionych populacjach Europy, Stanów Zjednoczonych, Australii udział tej tkanki dochodzi do 20% i ma tendencję do zwiększania się z wiekiem. Rozwój cywilizacji eliminujący wysiłek fizyczny i ruchliwość sprzyja zwłaszcza w ostatnich dziesięcioleciach wzrostowi otłuszczenia. Wynika to również z faktu wolniej zachodzących przemian tradycji żywieniowych. Otyłość staje się więc obok niedożywienia chorobą współczesnych populacji. Można więc mówić o zawodowej skłonności do otyłości, która zwykle wiąże się z siedzącym charakterem pracy lub upodobaniem do siedzącego trybu życia. Otyłość jest więc charakterystyczna dla różnych zawodów: urzędniczych (księgowość, maszynistki), dla kierowców pojazdów samochodowych, kucharzy, rzeźników, piekarzy, cukierników, a także śpiewaków i marynarzy. Wbrew powszechnemu mniemaniu kobiety otyłe częściej niż szczupłe mają skłonności do komplikacji okołoporodowych, a dzieci otyłe większą skłonność do chorób i różnych wad postawy. Niedożywienie nie wpływa w wyraźny sposób na rozwój płodu i stan noworodków, chociaż może stanowić przyczynę ograniczenia kontaktów seksualnych, powodować trudności zajścia w ciążę, a nawet we wczesnych fazach resorbcję zarodka. Stan rozwoju noworodków z populacji niedożywionych nie odbiega więc od tych, które pochodzą z populacji o optymalnych warunkach żywieniowych. Opóźnienie rozwoju zauważa się od momentu przerwania karmienia dziecka piersią. Dla dzieci w wieku 7 lat z populacji niedożywionych opóźnienia rozwoju wynoszą około 2 - 3 lata. Kostnienie szkieletu kończy się na ogół z nieznacznym opóźnieniem przy mniejszych wymiarach długości kości, co stanowi przyczynę niższych wartości wysokości ciała ludzi dorosłych. Często na niedożywienie w tych populacjach nakładają się liczne choroby zakaźne i pasożytnicze. Efektem

niedożywienia w okresie rozwoju progresywnego jest również zmniejszenie wymiarów głowy, któremu towarzyszą również niższe wartości rozwoju umysłowego. Oprócz tego zachodzą pewne zmiany proporcji budowy ciała przejawiające się w skróceniu kończyn dolnych względem tułowia. W krajach rozwijających się częste są również awitaminozy. Na Bliskim Wschodzie, w Azji Południowo-Wschodniej i w Afryce przyczynę licznych zaburzeń, głównie wzroku, stanowią braki witaminy A. W krajach muzułmańskich szczelne zakrywanie się kobiet stanowi przy braku witaminy D przyczynę choroby krzywiczej i osteoporozy. Efektem wprowadzenia mechanicznej obróbki ryżu oraz diety, w której podstawą jest ryż — niedobry witaminy C, A i B powodują zachorowalność na Beri-beri. Pelagra, próchnica zębów, choroby przyzębia, liczne choroby układu pokarmowego wykazują ścisłe powiązania z dietą. Żywienie zalicza się więc do najważniejszych czynników środowiskowych, decydujących o wartości biologicznej i o stanie zdrowia populacji ludzkich.

Znaczny jest związek stosunku ciężaru do wysokości ciała z klimatem, z rocznymi wartościami przeciętnej temperatury powietrza. Wraz ze spadkiem przeciętnej temperatury, a więc ochładzaniem się klimatu, w populacjach ludzkich wzrastają wartości ciężaru ciała w stosunku do wzrostu oraz wzrasta podstawowa przemiana materii PPM*. Zróżnicowanie ciężaru ciała wśród mężczyzn niektórych populacji jest następujące (wartości w kg):

Europa:	Finowie	70	Ameryka:	Irokezi	73
	Bułgarzy	68	Azja:	Chińczycy	64
	Norwegowie	66		Japończycy	56
	Francuzi	66		Hindusi	51
	Polacy	65		Andamańczycy	44
	Rumuni	59	Afryka:	Berberowie	56
	Hiszpanie	59		Baluba	53
				Buszmeni	40

Warto też podkreślić, że podobnie jak w przypadku wysokości ciała ludność miast wykazuje wyższe wartości ciężaru ciała i grubości fałdów skórno-tłuszczowych niż ludność wiejska. Szczególną skłonność do otłuszczenia z racji tradycji żywieniowych wykazują mieszkańcy miast, którzy wywodzą się ze wsi (migranci w pierwszym pokoleniu).

Ocena niedoborów czy nadmiarów pokarmowych w praktyce jest dokonywana na drodze badań biochemicznych i antropometrycznych. Większa łatwość i szersze możliwości stosowania w badaniach populacyjnych metod antropometrycznych stanowi o stałym rozwoju antropometrii żywieniowej.

Oceny wysokości i ciężaru ciała, pomiary obwodów ciała, fałdów skórno-tłuszczowych itd. przydatne są jako mierniki niedoborów lub nadmiarów białkowo-kalorycznych. Przy ocenie należnego ciężaru ciała trzeba jednak pamiętać, że wyższe wartości tej cechy nie zawsze są równoznaczne z otyłością. Nadwagę powodować może silny rozwój umięśnienia ciała, duży ciężar szkieletu, np. przy dużych wartościach wymiarów szerokościowych (barki, miednica, klatka piersiowa itd.), jak również większe otłuszczenie ciała. Z tych względów należy ciężar ciała i wskaźniki wagowo-

* PPM – minimalne wytwarzanie ciepła przez człowieka w pozycji leżącej, na czczo, w zupełnym spokoju.

-wzrostowe zastąpić w ocenach stanu odżywienia szacunkami składu ciała (wyliczenia gęstości ciała, masy tkanki tłuszczowej i tkanek aktywnych — LBM).

Z ekologicznego punktu widzenia istotnym problemem staje się dziś chemizacja rolnictwa i przetwórstwa rolno-spożywczego. Nie zawsze bowiem stosowane masowo związki chemiczne mogą być szybko oceniane co do ich oddziaływania na ustrój człowieka, często ich działanie przejawia się po wielu latach i stanowi jeden z czynników powstawania tzw. chorób cywilizacyjnych, zwłaszcza układu trawiennego.

Klimat*

Spośród różnych gatunków ssaków człowieka cechuje największa możliwość zasiedlania skrajnych regionów klimatycznych. Człowiekowi takie możliwości aklimatyzacji zapewnia system termoregulacji pozwalający na utrzymanie stałej temperatury, zmieniającej się jedynie w wąskich przedziałach. Ocena typu klimatu opiera się na takich cechach, jak ciepłota powietrza, ciśnienie atmosferyczne, wilgotność powietrza, kierunek i siła wiatru, charakter zachmurzenia, ilość opadów, liczba dni słonecznych, pyły i gazy zawarte w powietrzu. Od klimatu często również zależne są cechy mikroklimatu pomieszczeń i odzieży. Dostosowanie organizmu do różnych temperatur zachodzi poprzez odpowiednie zmiany funkcji termoregulacyjnych, zmiany metabolizmu, układu krążenia, u podstaw których leżą określone właściwości genotypu. Oprócz tego istnieją kulturowe dostosowania i zabezpieczenia związane z odzieżą, ogrzewaniem pomieszczeń itp. Społeczności ludzkie zamieszkują obszary o zmienności przeciętnych temperatur w zakresie od —40° do +30°C w lecie i od —51° do +27°C w zimie. Zmiany wewnętrznej ciepłoty ciała w skrajnych warunkach termicznych środowiska są małe — wynoszą około 1,7°C. Organizm nie toleruje nagłych zmian skrajnych wartości temperatury. Reakcją ustroju na przegrzanie jest zwiększona utrata ciepła, którą zapewnia przez system krwionośny zwiększone wydzielanie potu. Rozszerzeniu ulegają naczynia krwionośne, zwiększa się aktywność minutowa serca, ma miejsce podwyższenie częstości pulsu. Intensywność tych zmian jest proporcjonalna do zmian temperatury. Dane na temat międzypopulacyjnego zróżnicowania liczby gruczołów potowych są skąpe i na ogół przyjmuje się, że brak jest w tym względzie większych różnic.

Reakcje ustroju na ochłodzenie polegają na zmniejszeniu oddawania ciepła i zwiększaniu jego produkcji. Przewodnictwo cieplne skóry zmniejsza się w związku ze zmniejszeniem światła naczyń. Przy dreszczach ma miejsce bardzo silne zwiększenie się produkcji ciepła na skutek pobudzenia ośrodka termoregulacji w podwzgórzu. Pewną rolę odgrywa tu również gruczoł tarczowy i gruczoł nadnerczowy. Przed utratą ciepła chroni człowieka podściółka tłuszczu podskórnego, a jego grubość decyduje o efektywności dostosowania człowieka do niskich temperatur. Dostosowanie ustroju człowieka do niskich temperatur zachodzi stopniowo. Znacznie większe jest zapotrzebowanie ludzi na pokarm w klimacie zimnym niż w gorącym. W klimacie

* Omówienie problemów związku cech morfologicznych z właściwościami klimatu oraz wartość adaptacyjną tych cech przedstawiono w tejże części w rozdz. 3 – Rasogeneza.

Tabela 3.6.2. Wartości porównawcze ilości utraconego ciepła i wydalanego potu przez przedstawiciela odmiany białej i żółtej w jednakowych warunkach termicznych (wg Harrisona i wsp., 1964)

Odmiana	Ciężar ciała w kg	Utrata ciepła w cal/h na kg ciała	Utrata ciepła w cal/h na cały ciężar ciała	Średnia powierzchnia ciała w m^2	Utrata ciepła na m^2 ciała w cal/h	Utrata ciepła wskutek parowania na m^2 ciała w cal/h	Ciężar wydalanego przez całe ciało potu w g/h
Żółta	55	4	220	1,6	137	165	440
Biała	80	4	320	2,0	160	195	650

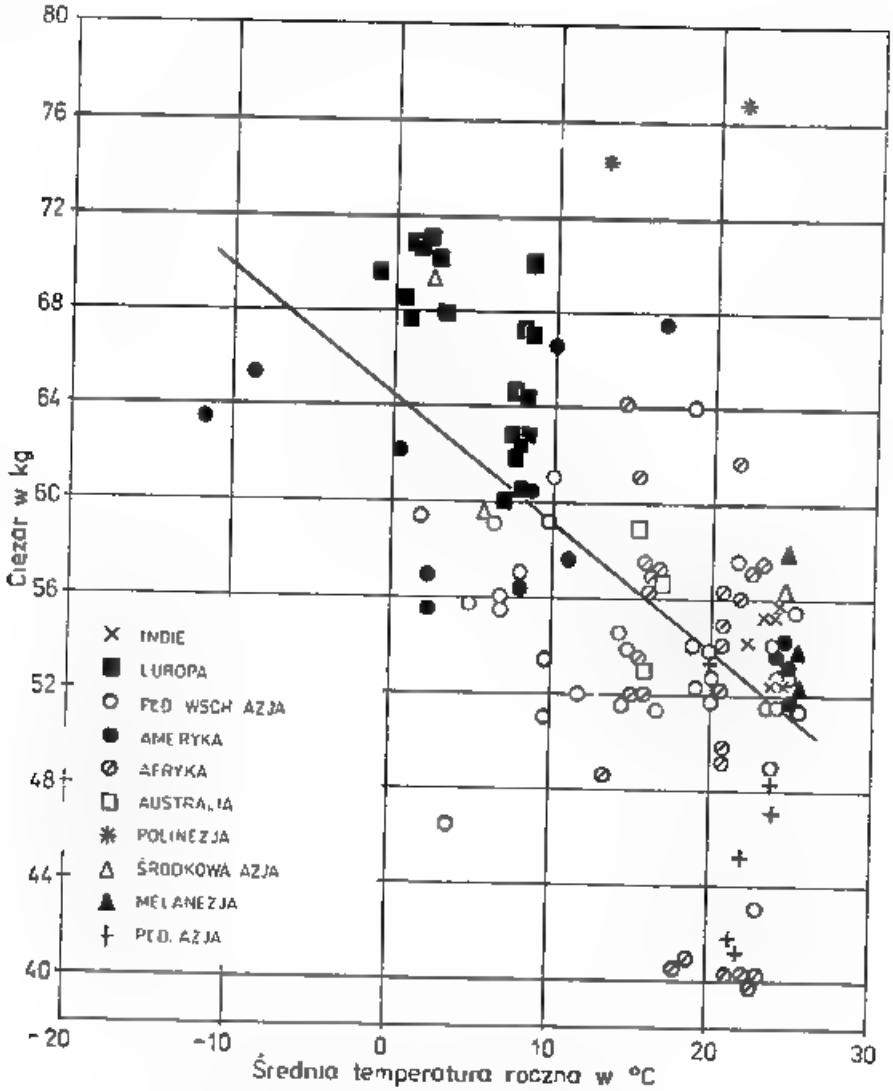
zimnym zwiększa się spożycie białka i tłuszczów. Stwierdzono nieco wyższą wrażliwość przedstawicieli odmiany czarnej na odmrożenia. U Eskimosów podstawowa przemiana materii jest większa o około 30% niż u Europejczyków żyjących w analogicznych warunkach. Do pracy w zimnie lepiej przystosowani są przedstawiciele odmiany żółtej. Na wymianę cieplną wpływają wymiary i proporcje budowy ciała. Oddawanie ciepła jest tym większe, im większa jest powierzchnia ciała. Ilość oddawanego w czasie pracy ciepła jest związana z ciężarem ciała.

J. Allen głosił pogląd, że rasy tego samego gatunku, które zamieszkują tereny chłodne w porównaniu z rasami tegoż gatunku zamieszkujących tereny gorące cechuje skracanie dystalnych części ciała.

Z krytyką tej reguły wystąpił H. Boetticher sprawiając, że przez 20 lat odnoszono się do niej negatywnie. Dopiero prace Renscha spowodowały ponowne zainteresowanie się tą regułą w rozpatrywaniu zagadnień rasy, a następnie uwarunkowań ekologicznych rozwoju osobniczego. Wykazanie słuszności reguły Allena jest trudniejsze w stosunku do człowieka niż do innych zwierząt. Wskaźnik skeliczny, uwzględniający proporcje tułowia i kończyn dolnych, nie wykazuje prostej zależności z temperaturą, chociaż jego zmienność u ludzi w różnych regionach klimatycznych wskazuje na to, że w klimacie tropikalnym występują typy długonogie i krótkotułowiowe. Fizjologiczne znaczenie redukcji dystalnych odcinków ciała i wysokości ciała nie jest zbyt jasne. Trudno jest powiedzieć czy zachodzi tu przystosowanie do klimatu pod działaniem doboru naturalnego, czy też polega to na selekcyjnym znaczeniu zmiany cech konstytucjonalnych korelujących z wieloma proporcjami budowy ciała. Fakt związku między długością kończyn a roczną temperaturą środowiska jest bezsporny. E. Schreider wykazał, że zachodzi związek temperatury środowiska z objętością tułowia i kończyn.

Reguła C. Bergmanna została już wcześniej wykazana przez G. Dementiewa. Głosi ona, że mniejszą masę ciała posiadają rasy zamieszkujące tereny ciepłe, zaś tereny chłodne zamieszkują rasy o większej masie ciała – przy większej masie ciała powierzchnia ciała jest mniejsza, co utrudnia utratę ciepła.

Dementiew wykazał zmienność wysokości, ciężaru i powierzchni ciała w związku z geograficznym rozmieszczeniem typów antropologicznych. Wykazano też różną



Ryc. 3.6.1. Współzależność między przeciętną temperaturą powietrza a ciężarem ciała (wg Robertsa)

zdolność adiustacji do zmian temperatury ludzi w zależności od powierzchni i objętości ciała. Termostatyczne mechanizmy regulacyjne umożliwiają w warunkach zmiennej ciepłoty środowiska zewnętrznego utrzymywanie względnie stałej ciepłoty ciała. Gdy temperatura otoczenia przekracza górną granicę, układ krążenia reaguje zwiększonym przepływem krwi i wzmożonym ukrwieniem skóry oraz wzmożeniem czynności wydzielniczych gruczołów potowych. Doprowadza to do przekazania ciepła przez powierzchnię skóry do otoczenia. Spadek temperatury powoduje natomiast zwiększenie przemiany materii, w klimacie zimnym jest ona o ok. 20% wyższa niż w umiarkowanym, zaś w tropikalnym niższa o ok. 10 - 20%. Zdolność do termoregulacji wykazują również cechy anatomiczne. Przejawia się to w ukształtowaniu różnych stosunków powierzchni ciała do jego masy. Większa powierzchnia w stosunku do masy ułatwia wydalanie ciepła, zaś mniejsza — jego zatrzymywanie w ustroju, co powoduje odmienności typu budowy i grubości podściółki tłuszczowej. Istnieje zatem związek między średnią temperaturą otoczenia a rozmiarami ciała, zwłaszcza między stosunkiem wysokości i ciężaru oraz powierzchni. Wydaje się, że ta zależność jest większa w dzieciństwie i stopniowo z wiekiem zmniejsza się.

U odmiany żółtej cechy budowy ciała — długi tułów, krótkie kończyny, płaskie szerokie łuki jarzmowe, stanowiące miejsce dla rozkładu podściółki tłuszczowej, zmniejszenie wysokości nosa oraz słabiej rozwinięte zatoki przynosowe wykazują przystosowanie do klimatu zimnego. Forma nosa i otworów nosowych wykazują pewną zależność od cech klimatu, przy czym większą rolę odgrywa tu wilgotność niż temperatura powietrza.

Reguła Thomsona-Buxtona głosi, że zachodzi związek między szerokością nosa u człowieka a szerokością geograficzną oraz wilgotnością powietrza. W okolicach suchych i zimnych nosy bardziej nawilżają i ocieplają powietrze wdychane do płuc, przez co są one długie i wąskie, zaś w klimacie tropikalnym pozbawione tych funkcji nosy są szerokie.

Przy pracy granica komfortu cieplnego wynosi 25,5°C. Podwyższenie temperatury powyżej 27°C zmniejsza wydajność pracy, a krytyczne wartości mieszczą się w przedziale 28° - 29,5°C. Przy wysokich temperaturach winni pracować ludzie młodsi, silni i dobrze zaaklimatyzowani. Wysokie temperatury powodują również zakłócenia snu. Przy niskich temperaturach obserwuje się spadek sprawności manualnych. Praca w niskich temperaturach przy niedostatecznej aklimatyzacji powoduje odmrożenia. Natomiast wysokie temperatury powodują osłabienie, zakłócenia układu krążenia. Udar cieplny jest częstszy u ludzi starszych i o budowie endomorficznej. Wyróżnia się następujące strefy klimatyczne: gorącą 21° - 27°C, ciepłą 15,5° - 21°C, umiarkowaną 7° - 15,5°C, chłodną do 7°C

Najbardziej oczywiste jest dostosowanie do człowieka reguły C. Glogera, która głosi, że ciemna barwa skóry występuje na terenach ciepłych i wilgotnych, jasna zaś na suchych i chłodnych. Choć zależność między pigmentacją a temperaturą otoczenia jest bezsporna, to jednak nie wiemy w jakim stopniu chodzi tu o przystosowanie do temperatury, a w jakim stopniu do natężenia promieniowania ultrafioletowego. Wiadomo, że próg intensywności promieni ultrafioletowych wywołujący udar słoneczny jest wyższy u przedstawicieli odmiany czarnej niż u przedstawicieli odmiany białej. Natomiast aktywizację witaminy D w ustroju powodują mniejsze dawki promieni ultrafioletowych u przedstawicieli odmiany białej niż u czarnej. Europejczycy zamieszkujący tereny o dużym nasłonecznieniu częściej zapadają na raka skóry niż przedstawiciele odmiany czarnej, co świadczy również o przystosowawczym charakterze barwy skóry człowieka. Ze zmiennością barwy skóry związana jest też zmienność barwy włosów i oczu; której jak się wydaje, nie można rozpatrywać w ramach reguły Glogera. Depigmentacja oczu i włosów widoczna na terenie Europy w strefie obejmującej Skandynawię pokrywa się, jak wykazała I. Schwidetzky, z granicami czwartorzędowego zlodowacenia, co pozwala sądzić, że nastąpiła ona w związku z surowym i chłodnym klimatem strefy przylodowcowej. Według hipotezy N. Czeboksarowa zjawisko to jest następstwem nagromadzenia się na krańcach rasowego areału recesywnych cech depigmentacji włosów, oczu i skóry.

B. Rensch przypisywał wpływom środowiska decydującą rolę w ewolucji, znacznie modyfikując później swe poglądy przyznaniem większej roli doborowi naturalne-

mu, który wykazuje związek ze zmianami środowiska. Zdaniem tego badacza, zwierzęta żyjące w klimacie chłodnym posiadają bujniejsze owłosienie ciała niż formy tego samego gatunku żyjące w klimacie ciepłym. Bujniejsze owłosienie zatrzymuje ciepło, chroni organizm przed jego wypromieniowywaniem, natomiast rzadsze owłosienie ułatwia zwierzęciu utratę ciepła.

Czynniki biometeorologiczne

Cykliczne zmiany pogody działają w pewnym stopniu ujemnie na organizm, co wyczuwalne jest u osób zazwyczaj powyżej wieku średniego. Odczuwanie zmian pogodowych jest do pewnego stopnia warunkowane czynnikami konstytucjonalnymi i wykazuje silny związek ze stanem układu wegetatywnego. Przesuwanie się mas powietrza o różnych właściwościach fizycznych (np. powietrze arktyczne i zwrotnikowe), przejścia frontów atmosferycznych powodują zakłócenia w funkcjonowaniu organizmu. Również pogorszenie lub polepszenie pogody pogarsza lub poprawia samopoczucie ludzi. Na zmiany atmosferyczne bardziej reagują ludzie chorzy lub osłabieni. W zależności od typu pobudliwości jedni ludzie wyczuwają fronty ciepłe, inni zimne. Wiąże się to z podrażnieniem układu sympatycznego lub parasympatycznego. W zasadzie każdy człowiek reaguje na zmiany atmosferyczne, co jest fizjologiczną odpowiedzią ustroju na zmiany fizyko-chemicznych właściwości atmosfery. Wrażliwość ta zmienia się w życiu jednostki w związku z przebyciem niektórych chorób. Większą skłonność do wyczuwania owych zmian wykazują neurastenicy, których między innymi cechuje wzmożony dermografizm, nadmierne pocenie się itd. Próg wrażliwości meteorotropowej u współczesnego człowieka obniżył się, co stanowi konsekwencję przemęczeń, monotonnego trybu życia i wynika ze zmniejszonej odporności na czynniki środowiskowe (większa labilność ustroju). Zmniejszają się zdolności regulacyjne, ogólne samopoczucie ulega pogorszeniu, mają miejsce skłonności do depresji, bezsenności i przewrażliwienia. W pewnym stopniu od pogody zależne są nasilenia lub poprawy stanów chorobowych, a także urodzenia i zgony. W trakcie zakłóceń pogody, przechodzenia frontów atmosferycznych, zwiększa się częstość porodów, przy czym trwają one krócej, zwiększa się też, zwłaszcza u mężczyzn o 10 - 30% śmiertelność. Wyrazem tego mogą być m.in. nasilenia ataków stenokardii, choroby wrzodowej żołądka i dwunastnicy, artretyzmu, częstości zawałów serca.

Do tak zwanych chorób meteorotropowych zalicza się reumatyzm, dychawicę oskrzelową, choroby układu krążenia. Najkorzystniejszy dla ustroju jest wyż barometryczny bezwietrzny. Zbliżenie się niżu sprzyja depresjom, zaburzeniom sercowo-naczyniowym, zaostrzeniom bronchitów, wzrostowi śmiertelności i przyspieszeniu porodów. Nadchodzenie tzw. tyłu niżu z chłodnym i suchym powietrzem przynosi poprawę tych stanów, lecz nasilają się wówczas napady dychawicy oskrzelowej, spazmofilii, u cukrzyków podnosi się poziom cukru we krwi i w moczu, zmniejsza się wrażliwość na insulinę. Spadki ciśnienia obniżają zawartość tlenu w powietrzu, co przyspiesza oddech, obniża ciśnienie tętnicze krwi. Zimne fronty podwyższają, a ciepłe obniżają ciśnienie tętnicze krwi. Wraz ze wzrostem ciśnienia at-

mosferycznego spada we krwi liczba leukocytów. Od czynników atmosferycznych zależny jest poziom albumin i globulin krwi. U nerwowo chorych przejście burzy powoduje spadek poziomu wapnia i wzrost poziomu magnezu we krwi. Na początku niżu zwiększaniu ulega przemiana materii.

Mechanizmy wpływu pogody na układ nerwowy wegetatywny nie są jeszcze wyjaśnione. Pobudzenie przez wyższe ośrodki nerwowe oraz układ hormonalny ustroju prowadzi do zmian i zakłóceń biorytmów człowieka. W czasie niżu atmosferycznego wydłuża się czas reakcji prostej. Zaburzeniu ulega zdolność do koncentracji, co w życiu codziennym przejawia się np. wzrostem liczby wypadków przy pracy, wypadków komunikacyjnych itd. Obserwuje się też w tych warunkach większą skłonność do depresji, co uzewnętrznia się np. zwiększoną częstością samobójstw. Niektórym typom wiatrów, jak np. w Europie mistral i föhn, a w północno-zachodnich stanach USA chinook przypisuje się podobny wpływ na zdrowie i samopoczucie ludzi, lecz problemy te nie są dotychczas wyjaśnione w sposób naukowy.

Wysokość nad poziom morza

Życie na obszarach górskich wymaga dostosowania się organizmu do niskiego ciśnienia barometrycznego (hipobaria), niższej zawartości tlenu w atmosferze, mniejszej wilgotności powietrza i niższej temperatury. Hipobaria powoduje niedotlenienie ustroju, czyli hipoksję. Na wysokościach 2000 - 3000 m n.p.m. odczuwa się w trakcie pracy fizycznej brak tlenu, podczas gdy w stanie spoczynku brak ten odczuwa się na wysokości około 4000 m n.p.m. Reakcje ustroju na wysokość przejawiają się ogólnym osłabieniem. Niedobór tlenu wywołuje zwiększenie objętości minutowej płuc, podwyższenie częstości i głębokości oddechów. We krwi stopniowo wzrasta liczba erytrocytów i stężenie hemoglobiny, co odbywa się w ciągu kilku lub kilkunastu dni. W populacjach żyjących na dużych wysokościach można zauważyć dostosowanie ustroju do warunków niedotlenienia. U tubylczej ludności wysokich gór zauważa się większą liczbę i wielkość erytrocytów, znaczniejszy rozwój naczyń włosowatych, niższe tętno, większą pojemność życiową płuc, niższą przemianę materii. W stosunku do mieszkańców nizin znaczniejsze są wymiary klatki piersiowej i lepsze są zdolności przystosowawcze do niskich temperatur. Klimatowi górskiemu przypisuje się również pobudzające działanie na organizm. Powietrze górskie zawiera bowiem więcej jonów ujemnych niż powietrze na poziomie morza. Efektem działania tych jonów jest wzrost pH krwi, wzrost zdolności wiązania dwutlenku węgla, tendencja do obniżenia ciśnienia krwi, pobudzenie układu neuro-hormonalnego, wzmożenie procesów wzrostowych itd.

Czynniki mikroklimatyczne

Wpływ czynników klimatycznych na człowieka przechodzi przez filtr jaki stanowi odzież i warunki mieszkaniowe, a więc sztuczne zabezpieczenia cywilizacyjno-kulturowe. Sztuczne zabezpieczenia i ochrona przed klimatem uwzględnia cechy i cha-

rakter klimatu, stąd też wynika jej różnorodność w zależności do regionów geograficznych. Duże są klimatyczne i kulturowe uwarunkowania form ubiorów, pomieszczeń mieszkalnych. Pokrótce można tu scharakteryzować jedynie ogólną zależność tych czynników od klimatu, choć pamiętać należy, że cechy szczególne odzieży i budownictwa wiążą się z charakterem gospodarki wykazując etniczne i kulturowe zróżnicowanie opisywane przez etnologię. W warunkach klimatu tropikalnego, przy dużej wilgotności powietrza ubiór musi być skąpy, ułatwiający konwekcję, wypromieniowanie i parowanie ciała. W takich warunkach ubiór musi spełniać warunki dobrej przewiewności i absorbcji potu. Inny typ odzieży jest wymagany na obszarach pustynnych. Odzież tą musi cechować lekkość i porowatość, jasna kolorystyka. W klimacie zimnym odzież winna stanowić warstwę dobrze izolującą ciało człowieka od otaczającego środowiska.

Podobne właściwości ochronne co odzież spełniają warunki mieszkaniowe. Zróżnicowanie form budownictwa jakie można zauważyć w różnych regionach geograficznych wynika ze zmienności klimatu. W tropikalnej wilgotnej dżungli największe znaczenie ma dach chroniący przed słońcem i deszczem. W klimacie pustynnym cegła suszona na słońcu i temu podobne materiały, z których stawia się grube mury i ściany chronią wnętrza pomieszczeń przed znacznymi dobowymi wahaniami temperatury zapewniając im względną stałość mikroklimatu. W warunkach arktycznych chłodów budowane z grubych lodowych tafli igloo zapewniają Eskimosom wysoki komfort cieplny. Mały ruch powietrza w tych pomieszczeniach zapewnia im szybkie nagrzanie od ciał przebywających w nim osób, a przebywanie w nich wymaga stosunkowo skąpej odzieży.

Odrębny problem wkraczający bardziej w sferę higieny stanowi produkcja odzieży z różnych materiałów syntetycznych oraz budowanie pomieszczeń mieszkalnych z nowych materiałów budowlanych.

Promieniowanie

Świat roślinny i zwierzęcy wraz z człowiekiem podlega stałym wpływom czynników fizycznych mających swe źródło na ziemi i poza nią. Większość tych czynników nie podlega kontroli człowieka, mimo że wpływy te silnie oddziaływują na funkcje życiowe. Do czynników tych zaliczyć można magnetyzm, grawitację i różne formy promieniowania.

Promieniowanie słoneczne jest jednym z lepiej opisanych czynników warunkujących rytmikę dobową i zmienność sezonową funkcji życiowych. Szkodliwe dla zjawisk życiowych promieniowanie kosmiczne przechodzi przez filtr atmosfery ziemskiej, która skutecznie eliminuje te jego części, które zagrażałyby życiu na ziemi. Szkodliwość tego rodzaju promieniowania sprowadza się do mutagennego działania na komórki płciowe. Tego rodzaju zagrożenia płyną również ze sztucznych źródeł promieniowania. W stosunku do promieniowania ultrafioletowego i podczerwonego człowiek wykształcił odpowiednie mechanizmy adaptacyjne oraz wytworzył cywilizacyjne środki zabezpieczające. Promieniowanie to jest nadto korzystne dla rozwoju dzieci, a jego brak lub nadmiar nie są obojętne dla zdrowia. Nadmiar

tego promieniowania u dorosłych może sprzyjać zmianom starczym skóry, posiada również znaczenie karcinogenne, zaś niedobór sprzyja wcześniejszej osteoporozie. Promieniowanie słoneczne — świetlne reguluje w cyklu dobowym ciepłotę ciała, częstość tętna, wpływa na gospodarkę hormonalną.

Promieniowanie jonizujące stale wpływa na człowieka, a jego źródłem poza promieniowaniem kosmicznym są próby nuklearne, popularyzacja zastosowań radioizotopów w przemyśle i medycynie oraz radioaktywne działanie minerałów. Liczne artykuły żywnościowe są w naturalny sposób radioaktywne. Radioaktywność w pewnych obszarach wzrasta znacznie w przypadkach prób termojądrowych powodujących skażenie gleb, wód i powietrza. Szkodliwe działanie na organizm wykazują nadto rudy uranu, skaleń, granit, pierwiastki promieniotwórcze szeregu uranu, toru, radu. Również liczne barwniki świetlne, farby radowe czy fosforowe nie są obojętne dla zdrowia Wysoka naturalna promieniotwórczość jest charakterystyczna dla niektórych obszarów świata (np. piaszczyste obszary indyjskiego stanu Kerala czy Wyżyna Brazylijska). Skutki promieniowania przejawiają się u człowieka w postaci białaczek i innych chorób. Większa jest wrażliwość ustroju na promieniowanie w okresie rozwoju progresywnego, a jego szkodliwe efekty mutagenne przejawiają się w okresie reprodukcyjnym.

Ekologiczne aspekty chorób

Czynniki chorobotwórcze związane ze środowiskiem można podzielić na:

1 — fizykochemiczne (termiczne, ciśnienie barometryczne, praca pod wodą, promieniowanie, skład powietrza, środki chemiczne, hałas, wibracje);

2 — biologiczne — patogenna flora i fauna związana ze specyfiką klimatu (wirusy, bakterie, grzyby, jady roślinne i zwierzęce, pasożyty zwierzęce — muchy, komary, kleszcze, wszy, myszy itd.).

Rola środowiska wiąże się ze specyfiką odżywiania i niedoborami lub nadmiarami pewnych substancji organicznych i mineralnych wywołujących stany chorobowe. Zmiany jakie człowiek wywołuje w środowisku naturalnym (zmiany flory i fauny) powodują często również zmiany geografii chorób. Antropologów i medyków interesują różnice w odporności na niektóre choroby przedstawicieli różnych populacji, różnice w zależności od cech biotypu, specyfiki serologicznej itp. Międzypopulacyjne różnice w poziomie zjawisk immunologicznych są jeszcze mało poznane. Również niektóre choroby o podłożu genetycznym występują z różną częstością w poszczególnych populacjach ludzkich, co głównie pozostaje w związku z odrębnościami biokulturowymi. Powyższe problemy również interesują medycynę i antropologię.

Aktywność ruchowa

Wykształcone w toku ewolucji człowieka mechanizmy adaptacyjne opierają się m.in. na znacznej aktywności ruchowej. Zmniejszenie tej aktywności w trakcie rozwoju cywilizacji technicznej stanowi jeden z głównych problemów biologicznych

i medycznych współczesności. Zmniejszenie aktywności ruchowej, wysiłków fizycznych w środowisku pracy i środowisku domowym wpływa bowiem na cechy biologiczne człowieka, na stan i funkcję wszystkich układów anatomicznych (głównie krążenia, oddechowego, nerwowego), na możliwości adiustacyjne, zapadalność na liczne choroby cywilizacyjne, u podłoża których tkwi hipokinezja.

Warto przypomnieć, że jeszcze do niedawna uwaga teoretyków i praktyków skupiała się na skutkach przeciążenia ustroju pracą fizyczną, której często towarzyszyły niedobory pokarmowe. Współcześnie problemem staje się praca monotypowa, brak ruchu przy jednoczesnym nadmiernym zaspokajaniu potrzeb kalorycznych. Brak ruchu i wysiłków fizycznych przy wzroście spożycia prowadzą do naruszania równowagi bilansu energetycznego ustroju, prowadzą do niekorzystnego stosunku tkanek aktywnych do nieaktywnych. Pomiary aktywności fizycznej współczesnych ludzi różnych zawodów nie są łatwe i precyzyjne. Zmniejszenie aktywności ruchowej prowadzi jednak do wyraźnie zauważalnych zmian wstecznych w dziedzinie wydolności fizycznej. Zauważa się to zwłaszcza u pracowników umysłowych prowadzących siedzący tryb życia. Wydatek energetyczny tej grupy wynosi około 2500 kcal w ciągu dnia.

Pod pojęciem wydolności fizycznej ludzi rozumiemy zdolność organizmu do wykonywania określonej pracy fizycznej bez zmęczenia. Im wydolność ta jest większa, tym mniejszy jest koszt fizjologiczny pracy. Wydolność fizyczna zależy od cech i właściwości budowy morfologicznej, która warunkuje określoną sprawność fizyczną oraz od stanu sprawności fizjologicznej układów anatomicznych. Obydwa te elementy zależą w dużej mierze od wytrenowania i charakteru pracy.

Trening fizyczny powoduje wzrost wydolności fizycznej przez zwiększenie maksymalnego pochłaniania tlenu, zdolności wentylacyjnych płuc, pojemności minutowej serca, wzrost wytrzymałości ścięgien tkanki łącznej mięśni, powiększenie ich przekroju fizjologicznego, zwiększenie wytrzymałości. Odpowiedzią na trening są również zmiany tkanki kostnej, np. rozwój guzowatości w miejscach przyczepów mięśni, rozwój warstwy korowej. Trening fizyczny zwiększa również stosunek tkanek aktywnych do nieaktywnych (wzrost ciężaru mięśni i spadek ciężaru tłuszczu).

Rozdział siódmy

Zagadnienia ekologii środowiska pracy

Antropologia a dobór zawodowy

Liczne dyscypliny sportowe stawiają określone wymagania względem zespołu cech morfologicznych, posiadanie których warunkuje wysoką sprawność i wynik sportowy. Podobny dobór morfologiczny, chociaż nie w tak znacznym nasileniu występuje również u ludzi podejmujących pracę zawodową. Różnice w cechach budowy somatycznej przedstawicieli różnych zawodów znane były w odległej przeszłości. Często wyrażają je dawne rysunki i malowidła, a także opisy literackie. Bardziej nowoczesne ujęcie tych problemów na gruncie biologii człowieka zaprezentował w Polsce w początkach XIX w. J. Śniadecki. Podał on bowiem dokładny opis przedstawicieli różnych zawodów i klas społecznych. Bogaczom przypisał konstytucję nerwową i krwistą, natomiast rolnikom, kowalom, hutnikom, cieślom, stolarzom, rzeźnikom, kołodziejom, bednarzom — konstytucję atletyczną. Krawców, szewców, tkaczy i innych przedstawicieli drobnego rzemiosła zakwalifikował do ludzi słabych i wrażliwych. Słabość budowy ciała i umysłu miała cechować oficjalistów, handlarzy, urzędników. Uczony ten dostrzegał rolę doboru ludzi o określonych cechach budowy do poszczególnych zawodów, ale zastrzegał się też, że ogólna charakterystyka przedstawicieli różnych grup zawodowych nie dotyczy wszystkich przypadków jednostkowych.

Szerzej problematyką typów zawodowych zajmował się L. Krzywicki. Pojęciem typu zawodowego określał on grupę ludzi, których oprócz wspólnego zawodu i upodobań cechuje określony typ psychosomatyczny. Określone czynności profesjonalne ćwiczą odpowiednio (jednostronnie) władze fizyczne i duchowe. Krzywicki pisał o istnieniu różnic profesjonalnych budowy ciała, pulsu, siły, długości trwania życia, o profesjonalnym zróżnicowaniu chorób: „W warunkach wolnego wyboru profesji zależnej od woli wybierającego można przypuszczać, że możliwy jest dobór psychosomatyczny do zawodu, co zwłaszcza winno uwidaczniać się u tak zwanych przodowników".

Tabela 3.7.1. Porównawcze zestawienie wartości przeciętnych cech somatycznych mężczyzn przedstawicieli niektórych zawodów z różnych miejsc Polski (wg Z. Szczotkowej i A. Malinowskiego)

Zawód	Wzrost *B-v* w cm	Ciężar ciała w kg	Szerokość w cm		Obwód w cm	
			barków	bioder	ramienia	uda
Robotnicy niewykwalifikowani	163,8	60,8	37,2	28,0	27,5	49,9
Górnicy Katowice	164,5	60,8	35,1	27,9	26,6	48,7
Hutnicy — Katowice	164,8	67,0	39,9	28,5	28,9	51,3
Ślusarze — Katowice	164,4	62,8	37,0	27,8	27,7	51,4
Ślusarze — Gorzów	167,1	70,2	40,1	30,5	30,0	54,7
Prac. umysł. — Katowice	166,2	69,7	38,1	29,6	28,7	53,9
Prac. umysł. — Gorzów	170,2	73,4	39,9	31,0	29,0	55,1
Krawcy — woj. łódzkie	162,3	62,9	38,2	29,3	26,9	50,7
Szewcy — woj. łódzkie	164,9	65,8	37,2	29,1	27,5	51,0
Elektrycy — woj. łodzkie	163,5	64,8	38,2	29,7	27,0	50,3
Elektrycy, hydraulicy — Gorzów	168,5	66,9	39,8	30,9	30,0	52,7
Stolarze — woj. lubelskie	166,1	64,4	38,6	29,0	29,0	49,7
Rolnicy — woj. lubelskie	166,6	59,6	37,7	28,5	26,6	46,6
Tokarze — Gorzów	170,2	69,7	40,7	30,9	30,9	53,6
Przędzacze — Gorzów	169,4	70,3	39,8	30,0	31,2	54,0
Włókniarze — woj. łódzkie	166,1	65,6	38,2	29,4	27,4	52,4
Transportowcy — Gorzów	170,6	74,1	41,1	30,2	32,4	55,1

Badania prowadzone współcześnie potwierdzają również, że jeszcze obecnie ma miejsce pewien dobór psychosomatyczny do różnych form pracy zawodowej. Dobór ludzi do określonych zawodów jest w pewnym stopniu warunkowany uświadomioną lub nieuświadomioną predyspozycją psychofizyczną. Ten dobór do różnych zawodów może w pewnej mierze opierać się na związkach między typem budowy ciała a typem reakcji psychofizycznych. Różnorodne badania dają obraz przedstawicieli licznych zawodów. Podkreśla się m. in. bardziej krępą budowę robotników budowlanych, ogrodników, kowali w stosunku do fryzjerów, krawców, szewców, ślusarzy czy hydraulików. Kierowców pojazdów mechanicznych, pracowników biurowych, piekarzy cechuje dość znaczna grubość fałdów skórno-tłuszczowych i stanowią oni wysoki odsetek ludzi o cechach budowy pyknicznej. Oprócz selekcji do pracy zawodowej ludzi o określonych cechach budowy, charakter pracy wykonywanej przez dłuższy czas może wpływać modyfikująco na cechy morfologiczne, zwłaszcza zaś na postawę ciała.

Tabela 3.7.2. Porównawcze zestawienie cech somatycznych kobiet różnych zawodów (wg A. Malinowskiego i B. Zenkteler)

Zawód	Wzrost w cm *B-v*	Ciężar ciała w kg	Szerokość w cm		Obwód w cm	
			barków	bioder	bioder	uda
Tkaczki	157,5	61,15	35,3	30,8	98,0	53,0
Prac. umysłowe	157,9	61,48	36,7	30,5	97,1	54,3
Sortowaczki	158,2	62,20	37,0	30,5	97,8	57,5
Prac. fizyczne	154,3	59,20	35,1	30,6	99,3	55,2
Gospodynie domowe	154,5	65,40	35,4	31,9	103,5	55,0

Ogólnie znane są również pewne dolegliwości związane z charakterem pracy. Następstwem np. pracy stojącej dentystów, tkaczy, fryzjerów itd. jest znacznie większa częstość występowania żylaków, bóle stóp i tendencja do płaskostopia. Szczególnie małą odporność na te dolegliwości wykazują przy tym ludzie o budowie endomorficznej oraz skrajnie ektomorficznej. Powyższe fakty świadczą wyraźnie o tym, że w poradnictwie zawodowym przy wyborze niektórych zawodów należałoby uwzględniać poziom rozwoju fizycznego oraz cechy budowy somatycznej i sprawność fizyczną. Rozszerzenie poradnictwa zawodowego o pewne elementy antropologii przyczyniłoby się do eliminacji niepowodzeń przy wyborze pracy, zapewniłoby wysoką sprawność i wydajność pracy.

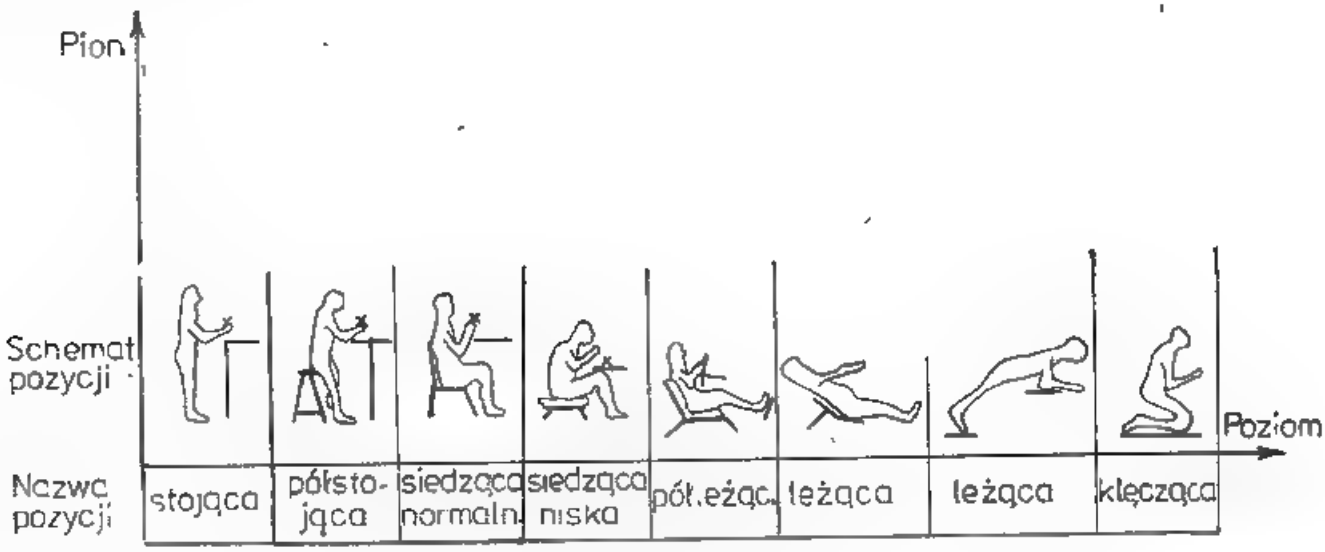
Lepsze przystosowanie do pracy w wysokich temperaturach wykazują ludzie o budowie ektomorficznej, zaś w temperaturach niskich — o budowie endomorficznej. Monotypowość pracy oraz praca statyczna mogą stanowić również zagrożenie dla narządu ruchu.

Wpływ pozycji ciała na organizm

Postawą ciała interesują się antropologowie ze względu na jej filo- i ontogenezę oraz typizację Biomechanikę interesują kwestie równowagi i wydolności ruchowej oraz koordynacji nerwowo-mięśniowej. Zagadnienia patologii i wad postawy interesują natomiast ortopedię. Prawidłowa postawa stanowi taki układ części składowych ciała, przy którym optymalna jest jego stabilność przy najmniejszej pracy mięśni oraz przy optymalnym ułożeniu narządów wewnętrznych. Stabilizacja postawy polega na podświadomym równoważeniu ciała minimalnym wysiłkiem mięśni, a jej symetria polega na podświadomym dążeniu do przyjemnego poczucia odciążenia i stąd ciągła zmiana i dążenie do uzyskiwania dodatkowych punktów podporu. Człowiek zmęczony częściej zmienia postawę ciała i trudniej mu znaleźć postawę warunkującą odpoczynek. Szczególne obciążenia dla ustroju, zwłaszcza ze względu na długotrwałe oddziaływanie wiążą się z pozycją ciała podczas pracy. W określonej pozycji ciała elementy szkieletu wraz z otaczającymi je częściami miękkimi są utrzymywane siłą mięśni. Napięcie mięśni unieruchamia kości względem siebie lub nadaje im określony ruch. Wszelkie pozycje ciała z wyjątkiem leżącej

są sterowane przez układ nerwowy, stąd ciało utrzymywane w nich znajduje się w równowadze chwiejnej. Zachowanie tych pozycji wymaga odpowiedniego działania mięśni, które przeciwdziałają tendencji do przekroczenia punktu ciężkości z obrębu pozycji ciała. Informacje o położeniu ciała i jego części odbiera układ nerwowy z receptorów biegnących z mięśni, ścięgien, torebek stawowych, błędnika, z oczu i skóry. Ruch powodujący przemieszczenie środka ciężkości ciała grozi utratą równowagi, a dla jej zachowania sterowane przez układ nerwowy mięśnie dostosowują swe napięcie do danej sytuacji ruchowej. O dużej możliwości sterowania układu ruchu przez system nerwowy świadczy zachowanie równowagi chwiejnej człowieka przy poruszaniu się na pojazdach jednośladowych np. na rowerze. Wyłączenie ośrodkowego układu nerwowego z procesów sterowania postawą ciała, np. działaniem alkoholu, zmęczeniem czy snem, powoduje zaburzenia równowagi.

W czasie pracy i wypoczynku przyjmowane są następujące pozycje ciała: stojące, siedzące, kuczne, klęczące i leżące. Niektóre pozycje wymuszone przez charakter wykonywanej pracy zawodowej stanie z rękami uniesionymi ku górze, klęczenie, przysiad kuczny, leżenie — są na ogół pozycjami krótkotrwałymi występującymi



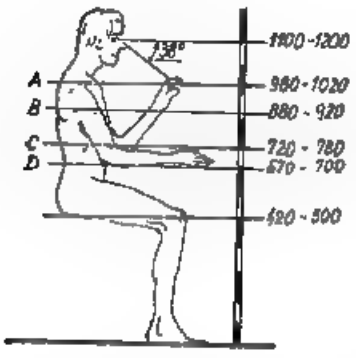
Ryc. 3.7.1. Zasadnicze robocze pozycje ciała (wg Wojtowicza)

w takich zawodach, jak górnik, mechanik samochodowy czy w pracach montażowych. W takich pozycjach ciała odpowiednio skonstruowane podpórki dla unoszonych ponad poziom części ciała ułatwiają pracę, czynią ją mniej męczącą.

Najmniejszy wydatek energetyczny ustroju zapewnia pozycja leżąca, następnie siedząca, klęcząca, przysiad kuczny, stanie. Wydatek energetyczny związany z utrzymywaniem pozycji ciała zależy od kąta odchylenia ciała od pionu, od ciężaru podtrzymywanych narzędzi i przedmiotów oraz od tego w jakiej odległości od tułowia operuje się tymi przedmiotami. Możliwość zmiany pozycji ciała w czasie pracy często w praktyce pozwala na stosowanie dość niewygodnych i uciążliwych pozycji. Pozycje te jednak przez długotrwałe oddziaływania mogą stanowić podstawę dla kształtowania się ujemnych zjawisk w budowie i funkcji różnych układów anatomicznych.

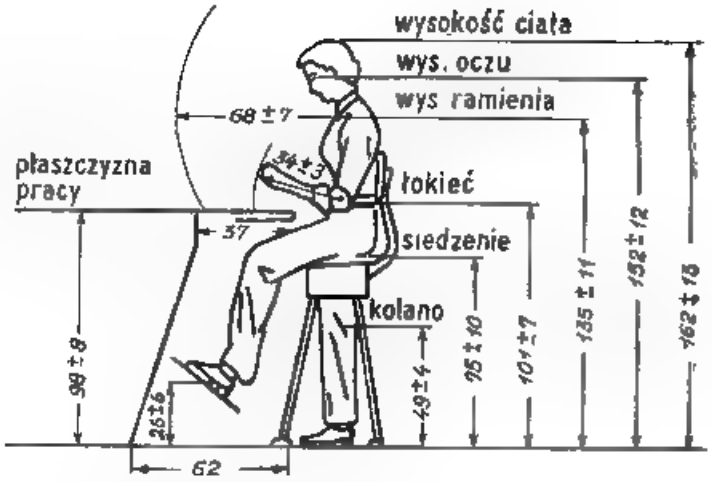
Pozycja klęcząca. Jest to bardzo niewygodna pozycja ciała. W przypadku, gdy klęczący nie opiera pośladków na piętach, ciężar ciała podtrzymuje głównie mięsień czworogłowy uda. Ciężar ciała przenoszony jest na podłoże przez kolana. Długotrwały ucisk na kolano może stanowić przyczynę stanów zapalnych i zmian zwyrodnieniowych kaletek maziowych stawu kolanowego (górnicy, brukarze, posadzkarze, formierze). Przy pracy klęczącej bądź kucznej ucisk na kolana może zmniejszyć niskie siedzisko typu siodełka rowerowego.

Pozycja siedząca. Jest wynikiem zmian cywilizacyjnych, większość ludzi przebywa w tej pozycji ponad 10 godzin na dobę. Mimo nacisku na mięśnie pośladkowe nie obserwuje się ich niedokrwienia. U siedzącego 75% ciężaru ciała spoczywa na guzach kulszowych. Nacisk na 1 cm^2 powierzchni siedzenia wynosi ok. 1 kg, a przy założeniu nogi na nogę podwaja się on. Często pozycja siedząca zakłóca równowagę dynamiki rozwojowej i wytrąca człowieka z naturalnego nurtu procesów życiowych. Konsekwencje morfologiczne tej postawy to spłaszczenie klatki piersiowej, poszerzenie bioder, wygięcie kręgosłupa i wypychanie jąder miażdżystych w kierunku kanału kręgowego powodujące ucisk gałązek nerwowych, oraz często skoliozy. Pozycja ta zmniejsza zakres ruchów przepony, wentylację płuc, powoduje zmęczenie mięśni brzucha i grzbietu, upośledza krążenie, sprzyja podwyższeniu ciśnienia tętniczego, zwężeniu naczyń krwionośnych, napięciom nerwowo-mięśniowym. W ślad za osłabieniem narządów ruchu — kości, więzadeł i mięśni zwiększa się tendencja do tycia i upodobanie do wygód. Powoduje to zmiany morfologiczne i czynnościowe wielu narządów i jest przyczyną pośrednią licznych dolegliwości i chorób (np. kamica nerkowa, lumbago, choroba wieńcowa, zawały). Długotrwałe przebywanie w tej pozycji od wczesnych okresów życia osłabia zarówno kości, jak i więzadła i mięśnie, stwarzając w rozwoju osobniczym skłonność do zwiększania się wysokości i ciężaru ciała z jednoczesnym osłabieniem motoryczności, zwinności



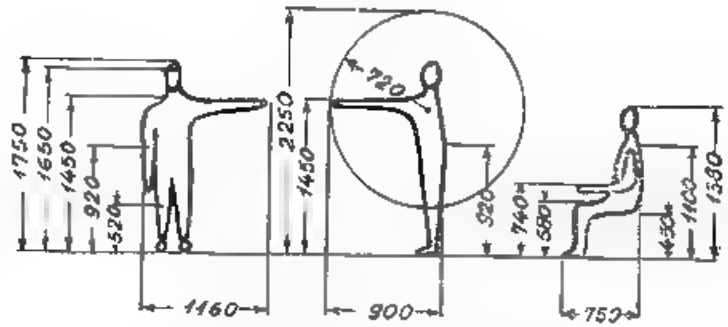
Ryc. 3.7.2. Schemat stanowiska pracy w pozycji siedzącej (wg Wolańskiego)

i siły oraz wytrzymałości mięśni. Ważny praktycznie jest problem odpowiedniego dopasowania siedzisk do wymogów człowieka w zawodach, gdzie przeważa praca siedząca. Siedziska winny bowiem zapewnić właściwe proporcje i stosunki kątowe różnych części ciała względem siebie, winny uwzględnić konieczność podparcia stóp. Komfort pozycji siedzącej jest jednak większy niż pozycji stojącej, m. in. mniejsze jest ciśnienie hydrostatyczne w naczyniach krwionośnych i statyczne



Ryc. 3.7.3. Schemat stanowiska pracy w pozycji półstojącej

napięcie mięśni utrzymujących tułów. Jednak mięśnie kończyn górnych mogą rozwinąć w tej pozycji mniejszą siłę, mniejszy jest też zakres i swoboda ruchów kończyn górnych i tułowia. Trudne jest w tej pozycji wykonywanie takich ruchów, jak podnoszenie, obracanie, pchanie itp. Dla pracujących w pozycji siedzącej ważne są dla regeneracji sił przerwy na relaksową gimnastykę, która winna być



Ryc. 3.7.4. Wymiary przeciętne dla mężczyzn służące normalizacji miejsca pracy

dostosowana do specyfiki pracy zawodowej. W praktyce ważna jest też możliwość regulacji wysokości płaszczyzny pracy i siedziska.

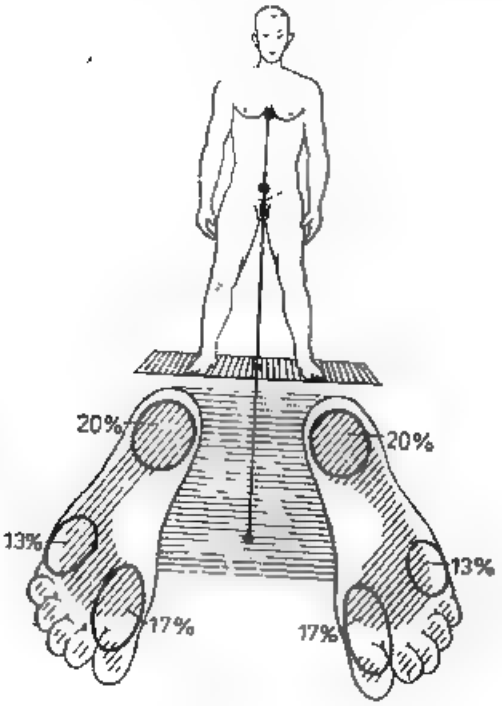
W zależności od rodzaju wysiłku wysokość płaszczyzny pracy wynosi:

- prace i czynności proste — mężczyźni 68 cm, kobiety 65 cm,
- pisanie i liczenie na maszynie — jak wyżej,
  prace biurowe mężczyźni 70 - 74 cm, kobiety 70 - 74 cm,
- czynności wymagające precyzji lub nieruchomości rąk — mężczyźni 90 - 110 cm, kobiety 80 - 100 cm (wartości dla osobnika przeciętnego).

Ważnym elementem w planowaniu czynności w pozycji siedzącej jest podparcie rąk, przedramion czy łokci.

Pozycja stojąca. Jest to pozycja związana z uczłowieczeniem, lecz długotrwałe jej utrzymywanie np. w wymuszonej pozycji roboczej stwarza większe zagrożenie dla ustroju niż praca w pozycji siedzącej. Dla utrzymania pozycji stojącej duże znaczenie ma położenie środka ciężkości ciała oraz stosunek masy poszczególnych części ciała. Najmniejszy wydatek energetyczny w tej pozycji ma miejsce wówczas, gdy głowa lekko pochylona jest do przodu, krzywizna piersiowa kręgosłupa jest

pogłębiona, a nogi są wyprostowane w stawie kolanowym. Pozycja taka typowa jest dla stanu zmęczenia — ciężar ciała maksymalnie przerzucony jest na elementy statyczne i aparat więzadłowy. W statycznej pozycji stojącej elementem wysiłku dynamicznego jest regulacja obciążenia naprzemiennego kończyn — kołysanie się. Szczególne warunki pracy w tej pozycji mogą kształtować postawę nawykową, prowadzącą do różnych dolegliwości narządu ruchu i tak zwanego przeciążenia odcinkowego. Niekorzystne dla tej postawy jest posiadanie takiej budowy, w której masa górnych i centralnych odcinków ciała jest duża. Mniejsza wysokość ciała, rozwinięta miednica wraz z mięśniami pośladkowymi, bardziej zaznaczone krzywizny kręgosłupa, szerokie, a nie płaskie trzony kręgów lędźwiowych, normalne wysklepienie stopy, a nie stopa płaska, sprzyjają tej postawie. W stosunku do



Ryc. 3.7.5. Rozkład ciężaru ciała na stopy przy równomiernym ich obciążeniu w pozycji stojącej (wg Marquardta)

zwierząt czworonożnych pozycja dwunożna upośledza pewność i szybkość poruszania się, wywołuje nowe lub nasila niektóre dolegliwości — choroby nerek, zapalenia górnych dróg oddechowych, trudności porodowe, niedomogi krążenia wywołane wzrostem ciśnienia hydrostatycznego naczyń włosowatych nóg, żylaki, płaskostopie. Dolegliwości te pojawiają się stopniowo — płaskostopie, żylaki najczęściej u osób pracujących w pozycji stojącej, między 30 - 50 rokiem życia. Przy pracy stojącej zaleca się też powolne przechadzanie się, które zmniejsza ciśnienie hydrostatyczne krwi w naczyniach. Odciąża to układ krążenia i chroni przed niekorzystnymi zmianami ścian naczyń żylnych.

Stanowiska pracy w pozycji stojącej wymagają możliwości częstego wypoczynku w pozycji siedzącej z uniesieniem nóg wyżej tułowia. Prócz tego należy eliminować wysiłek statyczny, równomiernie obciążać kończyny, dostosowywać do charakteru pracy ubiór i obuwie. Pozycja stojąca zapewnia duży zakres ruchu

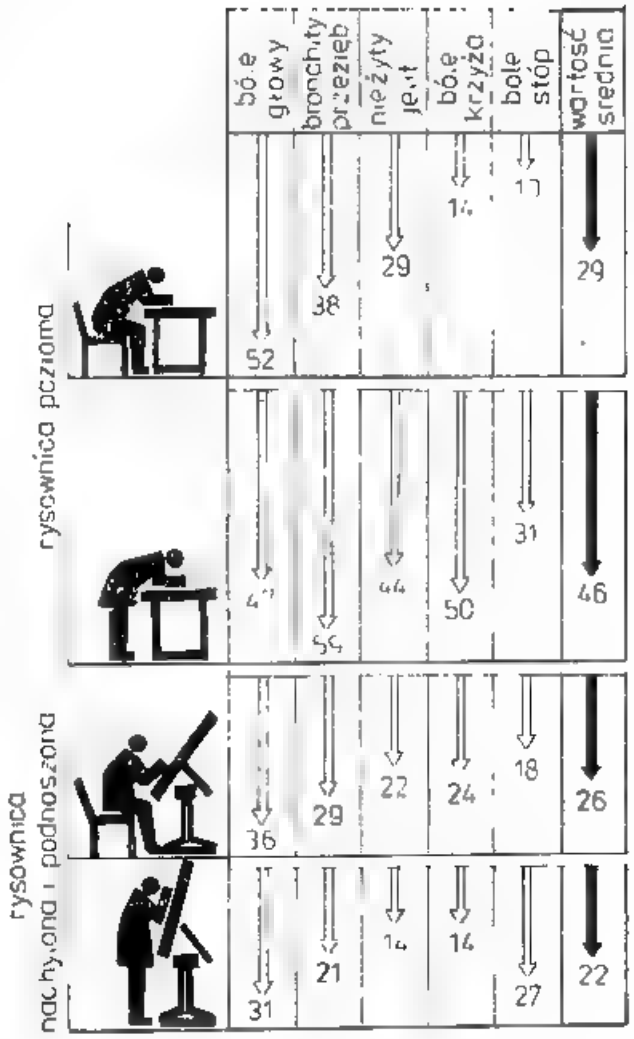
i siłę, która może być równa ciężarowi ciała człowieka. Ludzie wysocy szczupli oraz ludzie nadmiernie otłuszczeni, szczególnie kobiety, są bardziej wrażliwi na niekorzystne oddziaływanie pracy w tej pozycji.

W projektowaniu wysokości płaszczyzny pracy stosuje się następujące zasady:

— czynności proste wymagające dużej siły — mężczyźni 75 - 70 cm, kobiety 70 - 85 cm,

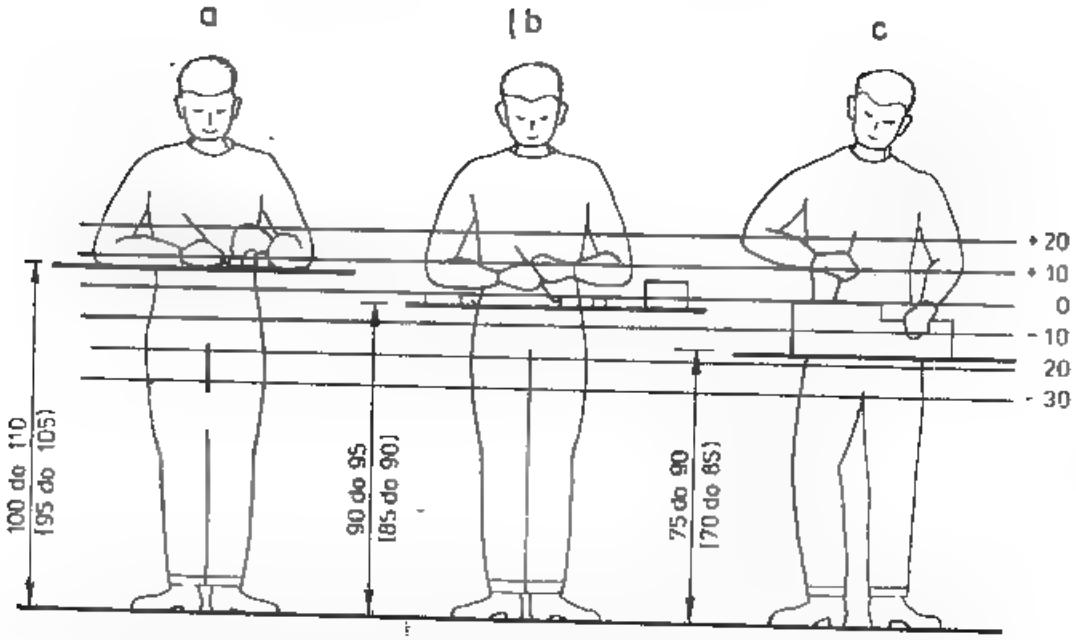
— czynności średnio ciężkie — mężczyźni 90 - 95 cm, kobiety 85 - 90 cm,

— czynności precyzyjne — mężczyźni 100 - 110 cm, kobiety 95 - 105 cm (wartości dla przeciętnego osobnika).



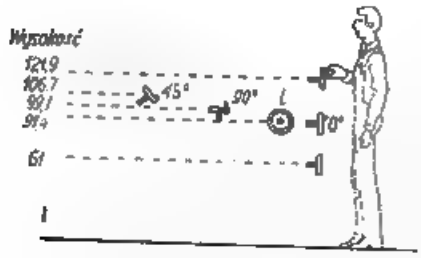
Ryc. 3.7.6. Dolegliwości związane z pracą kreślarza (wg Turnera)

Długotrwałe wykonywanie czynności zawodowych o określonej specyfice ruchów i wysiłku wpływa kształtująco na różnorodne cechy budowy morfologicznej. Dzieje się to dlatego, że przy wykonywaniu tych czynności organizm przystosowuje się do nich polepszając koordynację ruchów. Stopniowo przystosowania te czynią pracę sprawniejszą, bardziej wydajną i mniej męczącą. W procesie adiustacji do środowiska pracy, do zawodu, zachodzą zmiany w budowie kości i mięśni, przy czym wielkość tych zmian zależy od wieku, płci, cech budowy somatycznej, od stażu pracy oraz natężenia pracy. Cięższa praca bardziej obciąża ustrój. Często niewłaściwa budowa maszyn, urządzeń technicznych, złe zaplanowanie pracy czy jej rytmu i tempa może zaburzać czynności wielu układów anatomicznych i narządów, utrwalać nawykową wadliwą postawę. Często niewłaściwy tryb życia czy przemęczenie odcinkowe powodują zmiany nawyku postawy. Źródła drgań związane z pneumatyzacją (pneumatyzacja niektórych urządzeń, drgania komunikacyjne itp.), mogą powodować zaburzenia kostno-stawowe deformujące stawy, powodują zwapnienia kości, narośla kostne, skostnienie przyczepów mięśni, zwiększenie ich napięcia, zaburzenia naczyniowe — zwłaszcza w przypadku drgań wysokiej częstotliwości. Zmiany w budowie somatycznej w narządach wewnętrznych można eliminować przez urozmaicenie charakteru pracy. Wprowadzenie taśm produkcyjnych bardzo często powoduje ujemne następstwa morfologiczne i psychosocjologiczne



Ryc. 3.7.7. Zależność wysokości płaszczyzny pracy od rodzaju czynności: a — precyzyjne, b — mniej złożone, c — proste

wywołane monotonią czynności. Praca niezgodna z biomechaniką stawów prowadzi do nasilenia się procesów inwolucyjnych, gdyż ochrona mięśniowa nie może zapewnić stabilizacji stawów. Czynności winny być też wykonywane bez maksymal-



Ryc. 3.7.8. Rozmieszczenie pokręteł w różnych płaszczyznach i wysokościach w stosunku do operatora w pozycji stojącej (wg Woodsona)

nego obciążenia układu mięśniowego. Morfologiczne przystosowanie się narządów ruchu do charakteru pracy stwarza potrzebę dostosowywania pracy do możliwości człowieka, tak aby wysiłek fizyczny w procesie pracy nie prowadził do trwałych zboczeń przystosowawczych budowy.

Optymalizacja częstości ruchów

Różnorodne rodzaje pracy wymagają stosowania różnej częstości ruchów różnych części ciała. Przy taśmie produkcyjnej najczęściej są to ruchy monotypowe wykonywane z określoną stałą częstością. Różne formy ruchu mogą odbywać się z różną częstością, przy której niski jest wydatek energetyczny w stosunku do wykonywanej pracy. Optymalna częstość kroków przy chodzeniu wynosi 80 - 100 kroków na minutę, przy jeździe rowerem 45 - 60 obrotów pedałami itd. Prędkość ruchów nie jest jednakowa we wszystkich kierunkach w stosunku do osi ciała. Prędkość

kończyny górnej jest największa w kierunku poziomym do płaszczyzny czołowej, gdy ruch przebiega pod kątem 60° do tej płaszczyzny. Czas ruchu dla toru prostopadłego do tej płaszczyzny wzrasta o 5%, a dla kąta 30° o 3%. Ruchy wykonywane w płaszczyźnie czołowej powodują 9% wzrostu czasu. Częstość, prędkość i strefy zasięgów kończyn przy ruchach mają duże znaczenie dla obsługi różnego rodzaju dźwigni, w pracach montażowych uciążliwe są również takie ruchy robocze, podczas których przesuwa się kończyna nie dotykając przedmiotu, przy czym utrzymuje ona określony ciężar w określonej odległości, np. przy spawaniu elektrycznym. Sterowanie kończyną górną niepodpartą jest tu bardzo uciążliwe i przy pracy tego rodzaju wskazane jest stosowanie podpórek dla przedramienia.

Praca statyczna i dynamiczna

> Praca statyczna jest to taki rodzaj pracy, której przy zużyciu energii nie towarzyszy żaden ruch, praca w której mięsień nie wykonuje pracy zewnętrznej, a jedynie przeciwdziała sile ciężkości lub innym siłom nań działającym.

W pracy tej występuje skurcz izomeryczny mięśnia (wzrost napięcia włókien bez ich skracania), utrzymujący obciążenie na danym poziomie. Praca ta jest iloczynem siły i czasu. Wysiłek statyczny jest niekorzystny dla organizmu, prowadzi często do zaburzeń krążenia mięśniowego krwi i wynikającego stąd szybkiego zmęczenia. W pracy tej mniejszy jest wzrost częstości tętna niż w pracy dynamicznej, której trzecim czynnikiem prócz czasu i siły jest droga. W pracy dynamicznej wydatek energetyczny wzrasta wraz z obciążeniem, zaś w statycznej tylko do wartości 30% obciążenia siły maksymalnej. Czas niezbędnego odpoczynku jest znacznie krótszy w pracy dynamicznej. Obciążenie pracą statyczną organizmu stanowi jeden z ważniejszych problemów biologii człowieka stosowanej w praktyce ergonomii oraz wychowania fizycznego. W pracy dynamicznej kurczące się włókna mięśniowe leżące w sąsiedztwie żył wyciskają z nich krew w kierunku serca dzięki zastawkom, które uniemożliwiają cofanie się krwi. Z tego powodu ułatwiony jest przy pracy dynamicznej powrót krwi do mięśnia. Przy pracy statycznej, gdy napięcie mięśni jest stałe, a światło żył ulega zaciskaniu, krwiobieg jest zwolniony, a długotrwałe ciśnienie hydrostatyczne stanowi przyczynę tworzenia się żylaków.

Antropologia a ergonomia

Ergonomia jest dyscypliną naukową, której celem jest dostosowanie środowiska pracy człowieka do jego biologicznych i psychicznych właściwości. Ergonomia może być też uważana za ekologię człowieka pracującego. Przy rozwiązywaniu problemów badawczych dyscyplina ta stosuje metody i wyniki takich nauk, jak antropologia, biomechanika, fizjologia, higiena, psychologia i nauki techniczne. Szereg kwestii i problemów zbliża w pewnym stopniu ergonomię z naukami o wychowaniu fizycz-

nym. Ergonomię z antropologią w szczególny sposób łączy populacyjne podejście do problemu człowiek–środowisko pracy oraz stosowanie metod statystycznych. Ergonomia potrafi przekształcać dane nauk biologicznych na język zrozumiały dla techników w postaci np. charakterystyk liczbowych. Ergonomia formułuje pod adresem szczegółowych nauk biologicznych i psychologii określone zadania, których rozwiązanie poszerza dotychczasowe tradycyjne zakresy tych nauk. Zastosowanie antropologii w ergonomii, a więc połączenie licznych jej problemów z techniką uzasadnia dziś wyodrębnienie nowego działu antropologii stosowanej — antropologii ergonomicznej.

Podział ergonomii

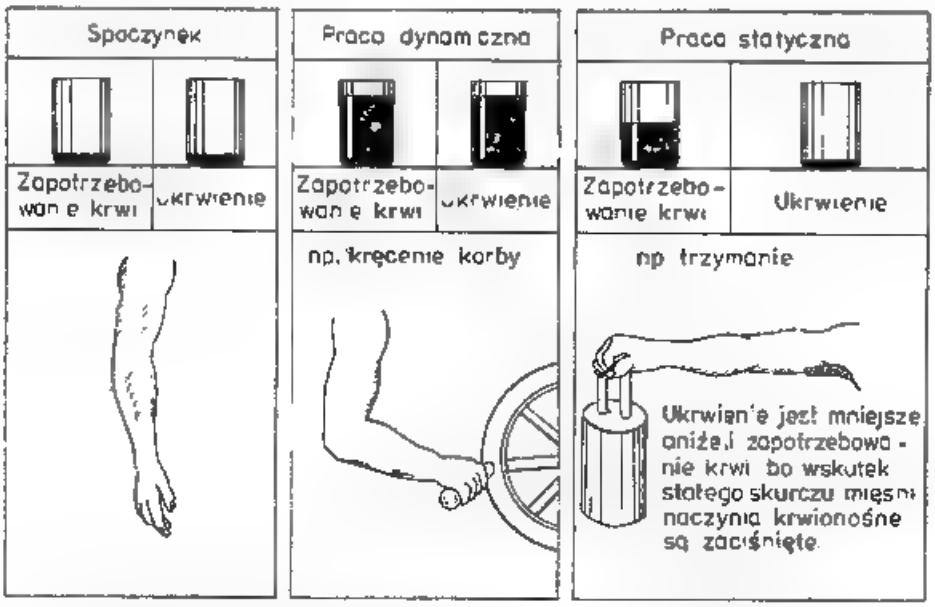
Ze względu na sposób oddziaływania ergonomii i jej dostosowanie do wymogów człowieka dzieli się ją na:

— ergonomię korekcyjną, która bada i dostosowuje do potrzeb człowieka istniejącą już technikę,

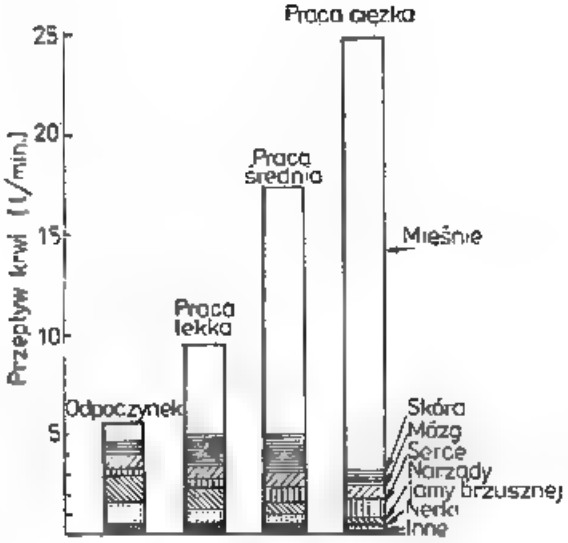
— ergonomię koncepcyjną, która zajmuje się projektowaniem nowej techniki dostosowanej do wymogów człowieka.

Prócz tego wyróżnia się następujące działy ergonomii:

1. Ergonomia warunków pracy. Wyrosła ona i wiąże się ściśle z Bezpieczeństwem i Higieną Pracy (BHP). Zajmuje się ona zapewnieniem wygody i odpowiedniego komfortu przy zastosowaniu niezawodności pracy. W tym celu stosowane są metody antropologii, psychologii, fizjologii i higieny. Wśród problemów badawczych wymienia się tu pomiary wysiłku fizycznego szacujące stopień obciążenia ustroju różnorodnymi formami pracy i poszczególnych czynności roboczych. W grę wchodzi

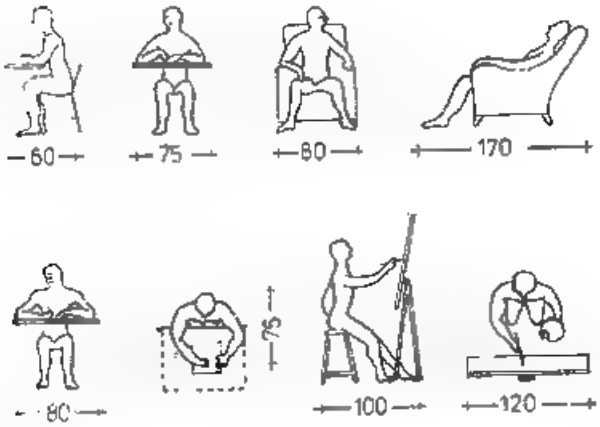


Ryc. 3.7.9. Przepływ krwi i jej zapotrzebowanie przez mięsień w spoczynku, pracy dynamicznej i statycznej



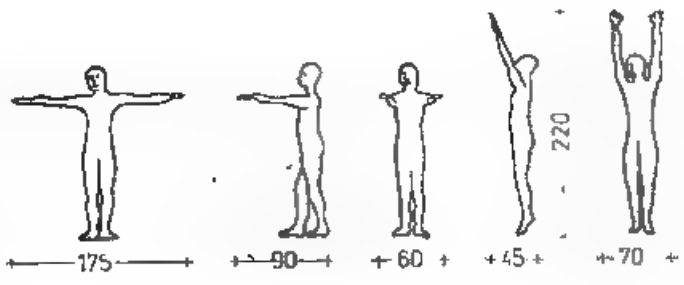
Ryc. 3.7.10. Zmiany w przepływie krwi przez poszczególne narządy i tkanki ustroju człowieka w czasie spoczynku i pracy (wg Starlinga i Evansa)

również doskonalenie warunków materialnego środowiska pracy przez odpowiedni dobór oświetlenia, mikroklimatu, eliminację hałasu i drgań, wstrząsów, promieniowania i szkodliwego oddziaływania gazów i pyłów przemysłowych. Inne problemy



Ryc. 3.7.11. Niektóre wymiary stanowisk pracy siedzącej (wg Wojtowicza)

rozwiązywane w ramach tego kierunku to optymalizacja kształtu i rozmieszczenia pomieszczeń oraz urządzeń kontrolno-pomiarowych i sterowniczych. W szerokim zakresie stosowana jest tu antropologia, zwłaszcza przy kształtowaniu stanowisk



Ryc. 3.7.12. Niektóre wymiary przestrzenne dla stanowiska pracy w pozycji stojącej (wg Wojtowicza)

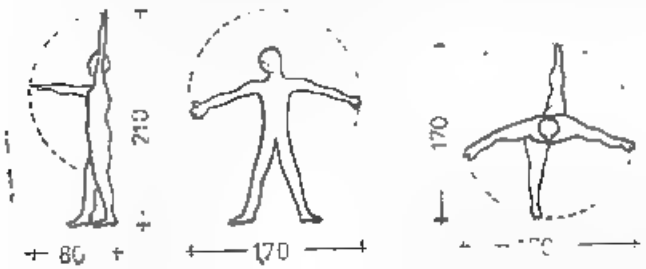
pracy, które wymiarami swymi winny być dostosowane do rozmiarów ciała danej populacji. Również monotonia i monotypowość ruchów roboczych wchodzi w zakres tego działu.

2. Ergonomia wyrobów i ergonomie branżowe. W ostatnich latach wydziela się również ergonomie branżowe, np. wojskową, architektury, lotniczą, komunikacji, lekarską, w której wyróżnia się np. stomatologiczną. Ergonomie branżowe dążą do optymalizacyjnego dostosowania do człowieka warunków pracy i miejsc, z których korzystają masowo anonimowi użytkownicy, przy szerokim wykorzystaniu charakterystyk antropometrycznych określonych populacji.

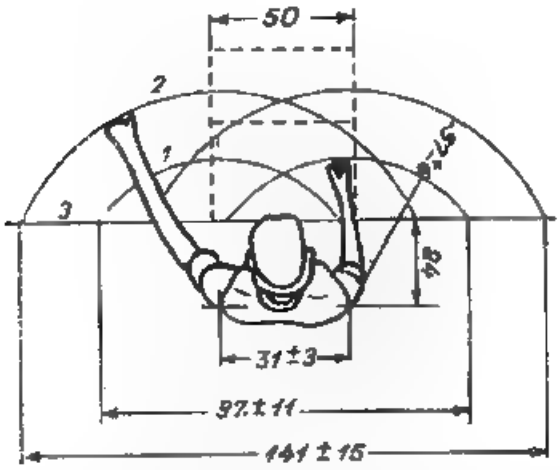
3. Ergonomia osób starszych, osób o ograniczonej sprawności fizycznej. W procesie starzenia się ludzi oprócz zmian w wymiarach i proporcjach budowy ciała zmniejsza się również siła i inne elementy sprawności fizycznej. Dla optymalizacji środowiska pracy ludzi w starszym wieku należy liczyć się również ze zmniejszeniem zakresu ruchów w poszczególnych stawach, ze zmniejszoną sprawnością poszczególnych narządów, zmysłów, z wydłużeniem się czasu reakcji. Innym problemem tego działu ergonomii jest dostosowanie materialnego środowiska, zwłaszcza zaś pracy dla ludzi kalekich w zależności od rodzaju ich kalectwa.

4. Ergonomia wyrobów codziennego użytku. Produkcja wyrobów codziennego użytku dla anonimowych odbiorców wymaga znajomości nie tylko ich aktualnych upodobań (moda), lecz również szczegółowych nieraz charakterystyk antropometrycznych populacji lub określonych jej części. Charakterystyki takie muszą być przy tym stale aktualizowane ze względu na przemiany cech somatycznych związane z tendencją przemian oraz ze zmianami struktury demograficznej, szczególnie dotyczy to takich wyrobów codziennego użytku, jak odzież, konfekcja, obuwie, sprzęt i meble szkolne. Na tendencję przemian winny też zwracać uwagę inne gałęzie przemysłu lekkiego, np. przemysł meblarski.

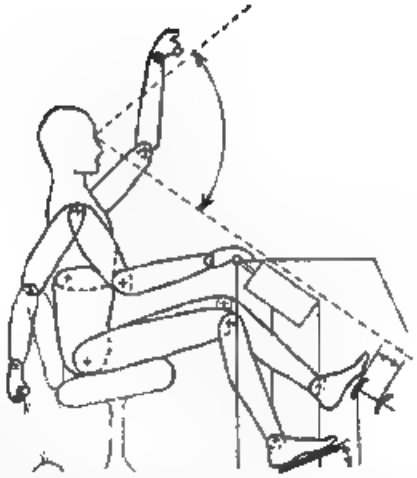
Szereg czynników materialnego środowiska pracy, które wpływają na organizm człowieka, ujęto w różnego rodzaju akty normatywne o charakterze międzynarodowym. Międzynarodowe normy dotyczyć mogą natężenia hałasu, oświetlenia, zapylenia powietrza, stężenia gazów, mogą określać warunki mikroklimatu itd. Dla innych czynników środowiska pracy, takich jak przestrzenne wymiary stanowisk roboczych, wymiary maszyn i narzędzi, wymiary przestrzenne kabin kierowców i operatorów wymagane jest uwzględnianie różnic międzypopulacyjnych w wartościach cech antropometrycznych. Do prawidłowego kształtowania stosunków przestrzennych środowiska pracy służy antropometria. Klasyczne pomiary antropometryczne wykonywane w pozycji zasadniczej nie zawsze jednak nadają się do tego celu. Z tych względów w antropologii ergonomicznej stosuje się kinematyczne pomiary ciała ludzi pracujących. Uwzględnia się tu spontaniczne pozycje



Ryc. 3.7.13. Prosty sposób badania stref stanowiska pracy (wg Wojtowicza)



Ryc. 3.7.14. Normy przestrzenne dla planowania płaszczyzny pracy kończyn górnych
1 — normalna płaszczyzna pracy, *2* — duża płaszczyzna pracy, *3* — brzeg stołu



Ryc. 3.7.15. Badania stanowiska pracy za pomocą fantomu płaskiego (wg Wojtowicza)

robocze i pozycje wymuszone. W tych warunkach określa się wielkość i kształt ciała, zasięgi kończyn, pozycje kątowe części ciała, siłę mięśni itp., czym zajmuje się antropometria dynamiczna. Antropologia ergonomiczna dostarcza również danych, które umożliwiają właściwy dobór urządzeń do ludzi, a także niekiedy ludzi do obsługi różnych urządzeń. W atlasach antropometrycznych dorosłej ludności* podaje się bowiem między innymi minimalne i maksymalne wartości cech antropometrycznych, które należy stosować przy kształtowaniu stanowisk pracy. Dla celów normalizacji prowadzone są również różnego rodzaju zdjęcia antropometryczne, które pozwalają na normalizację wyrobów przemysłu odzieżowego, konfekcyjnego, obuwniczego itp., na produkcje dostosowaną do cech budowy ludności w zależności od występujących dotychczas jeszcze różnic regionalnych, środowiskowych miasto–wieś oraz w zależności od demograficznej struktury społeczeństwa.

---

* *Atlas antropometryczny dorosłej ludności Polski dla potrzeb projektowania*, IWP, Warszawa 1974. Szczegółowe zasady antropometrii ergonomicznej oraz jej praktyczne zastosowania zawiera książka N. Wolańskiego, S. Niemca, M. Pyżuk *Antropometria inżynieryjna*, Książka i Wiedza, 1975.

Rozdział ósmy

Antropologia a kultura fizyczna

W ostatnich dziesięcioleciach obserwuje się szybki rozwój antropologii stosowanej w wychowaniu fizycznym i sporcie. W życiu współczesnych społeczeństw stopniowo rośnie rola odpowiednio zaprogramowanego i zorganizowanego wychowania fizycznego nie tylko w stosunku do dzieci i młodzieży, lecz również do osób dorosłych. Wychowanie fizyczne i sport stają się bowiem prawie jedynymi czynnikami wysiłku fizycznego, które mogą pozytywnie oddziaływać na organizm. Wysiłek ten można stosować planowo i świadomie w zależności od potrzeb jednostek lub grup ludzkich w celu eliminowania ujemnych skutków stanowiących konsekwencję rozwoju cywilizacji, a więc rodzaju pracy zawodowej, stylu życia poza pracą, które cechuje często znaczna hipokinezja czy monotypowość czynnościowa. Z tych względów wychowanie fizyczne posiada duże znaczenie profilaktyczne oraz rehabilitacyjne. Zadania kultury fizycznej można ująć następująco:

1 — zapewnienie harmonijnego rozwoju organizmu (jego struktur i funkcji);

2 — utrzymanie dobrego zdrowia, właściwej budowy somatycznej i postawy ciała przez właściwie dobrany system ćwiczeń korekcyjnych;

3 — wszechstronny rozwój sprawności ruchowej — kształtowanie siły, szybkości, zwinności, wytrzymałości;

4 — kształtowanie procesów adiustacji, a więc wytrenowania, hartowania i uodporniania na oddziaływanie negatywnych czynników ze strony środowiska;

5 — kształtowanie podstawowych nawyków higienicznych i wdrażanie zasad racjonalnego trybu życia;

6 — wyrabianie nawyku stałego uprawiania ćwiczeń fizycznych bądź sportu;

7 — dochodzenie do mistrzostwa w wybranej dyscyplinie sportu;

8 — wychowanie wszechstronne — moralne, społeczne i artystyczne.

Kultura fizyczna musi zapewniać aktualne i perspektywiczne potrzeby człowieka, musi więc nadążać za przemianami cywilizacyjnymi społeczeństw, a więc rozwijać się stosownie do przemian społecznych i licznych właściwości środowiska życia człowieka. Bardzo ważnym zadaniem kultury fizycznej jest organizacja ćwiczeń fizycznych przeciwdziałających przeciążeniom wynikającym z charakteru pracy. Przy różnych rodzajach pracy zaleca się różną co do formy i czasu trwania

gimnastykę czy częstotliwość przerw rekreacyjnych. Szczególne znaczenie posiadają takie przerwy dla grup zawodowych, takich jak księgowi i biuraliści, maszynistki, fryzjerzy, stomatolodzy, kierowcy pojazdów, pracujący przy taśmie produkcyjnej itd. Przy ośmiogodzinnym dniu pracy zaleca się następujący rozkład przerw w pracy (według Wolańskiego i Pařizkowej 1977).

Czynność	Godziny pracy								
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ciężka praca fizyczna	—	—	5	10	—	45	—	—	10
Lekka praca fizyczna	—	—	—	10	—	45	—	—	15
Praca przy taśmie	5	5	5	—	5	45	5	5	5

Liczne problemy kultury fizycznej wymagają stosowania technik antropometrycznych oraz znajomości różnych działów antropologii. Na gruncie antropologii wyodrębnił się dział antropologii sportowej. Antropologia sportowa zajmuje się badaniem morfologicznych i funkcjonalnych uwarunkowań motoryczności człowieka, w tym zwłaszcza wyników sportowych. Na gruncie antropologii sportowej rozwinęły się liczne metody antropometryczne, które następnie zostały przeniesione na inne działy antropologii, zwłaszcza zaś do antropologii stosowanej w ergonomii czy do antropologii klinicznej. Antropologia sportowa dokonuje obserwacji selekcji ludzi o określonych cechach budowy ciała (somatotyp, skład ciała itd.) do poszczególnych dyscyplin sportowych — bada ona zmiany zachodzące w ustroju pod wpływem specjalistycznego treningu sportowego. Określony typ budowy ciała warunkuje bowiem rodzaj sprawności fizycznej. Bardzo ważnym przedmiotem zainteresowań antropologii sportowej jest rozwój motoryczności człowieka oraz obserwacje wpływu poszczególnych form planowo zorganizowanego wysiłku fizycznego (w tym również specjalistycznego treningu sportowego) na przebieg rozwoju osobniczego i na czas dojrzewania płciowego. Interesujące są np zależności między wiekiem osobniczym a wynikiem sportowym czy badania nad wiekiem rozpoczynania specjalistycznego treningu sportowego. Podkreśla się, że sport uprawiany wyczynowo z reguły opóźnia dojrzewanie młodzieży, wpływa na rozwój określonych grup mięśni, kształtuje niekiedy specyficzne cechy budowy niektórych kości szkieletu, a także w pewnym stopniu wpływa na kształtowanie się proporcji budowy ciała. Podkreśla się więc, że biegi, skoki lekkoatletyczne, pływanie sprzyjają nieco wydłużaniu się kończyn dolnych, gdy sporty siłowe: boks, wioślarstwo, rzuty lekkoatletyczne, gimnastyka sportowa, podnoszenie ciężarów rozwijają obręcz barkową (szerokość barków), zaś różne formy łyżwiarstwa i narciarstwa sprzyjają rozwojowi bioder.

O wyniku sportowym decyduje wiele cech somatotypu. W licznych dyscyplinach sportu takie podstawowe cechy, jak ciężar ciała, wysokość ciała oraz stosunek ciężaru do wysokości ciała odgrywają dużą rolę w kształtowaniu się wyników sportowych. Jeśli chodzi o wysokość ciała to najbardziej wysokorośli są koszykarze,

Tabela 3.8.1. Zestawienie składów somatycznych sportowców ujętych według typologii E. Kretschmera (wg Z. Drozdowskiego 1972)

Zespoły	L	A	P
Skok wzwyż	56,0	34,3	9,8
Biegi średnie	33,6	51,4	15,0
Biegi długie	31,5	53,2	15,3
Biegi przez płotki	30,4	55,7	13,9
Trójskok	30,0	56,2	13,8
Bieg 400 m	24,7	59,5	15,8
Sprint	23,5	61,2	15,3
Skok w dal	24,6	63,1	12,6
Skok o tyczce	17,5	65,0	17,5
Dysk	8,4	65,8	25,9
Oszczep	6,1	72,7	21,2
Kula	2,7	14,5	82,9
Młot	2,5	15,9	81,5
Boks — waga kogucia	65,1	24,3	6,6
Boks — waga średnia	39,7	51,0	9,3
Boks — waga piórkowa	39,5	50,9	9,6
Boks — waga musza	31,9	58,3	9,8
Boks — waga lekka	27,1	62,3	10,6
Boks — waga półciężka	20,3	56,8	22,8
Boks — waga lekko-średnia	17,8	73,6	8,7
Boks — waga lekko-półśrednia	16,8	69,6	13,7
Boks — waga półśrednia	7,6	86,5	7,4
Boks — waga ciężka	3,2	87,3	9,4
Siatkarze	65,1	6,6	28,2
Ciężarowcy	3,7	58,7	37,5
Zapaśnicy	49,1	41,5	9,4
Gimnastycy	6,2	76,9	16,9
Pływacy	20,7	61,3	18,0
Studenci wf, III r.	37,4	51,6	11,0
Kandydaci na studia wf	46,2	43,8	10,0

L — typ leptosomatyczny, A — typ atletyczny, P — typ pykniczny

wioślarze, miotacze, siatkarze. Wysokie wyniki sportowe uzyskują tu mężczyźni powyżej 180 cm wzrostu. Niskie wartości wysokości ciała są natomiast charakterystyczne dla zapaśników, ciężarowców, gimnastyków i jeźdźców, bowiem u wysoko kwalifikowanych sportowców nie przekraczają one 170 cm. Jeśli chodzi o ciężar ciała to jego bezwzględne wartości wpływają na rezultaty uzyskiwane przez zawodników w sporcie saneczkarskim, jeździeckim. Względne wartości ciężaru do wysokości ciała odgrywają rolę np. w biegach lekkoatletycznych. Zawodnicy biegający na dłuższych dystansach wykazują bowiem mniejszy stosunek ciężaru do wysokości ciała.

W niektórych dyscyplinach sportu wyraźne są zależności między wiekiem a wynikiem sportowym. Najlepsze rezultaty w pływaniu są udziałem osobników młodych, kilkunastoletnich. W biegach lekkoatletycznych w miarę wydłużania

się dystansu obserwuje się wyższe wartości przeciętnego wieku zawodników. Najmłodsi są więc stumetrowcy, najstarsi zaś maratończycy. Mniejszy niż w innych dyscyplinach wpływ na uzyskiwane wyniki sportowe odgrywa wiek zawodników, np. w żeglarstwie, jeździectwie czy strzelectwie.

Szczegółowsza charakterystyka antropologiczna różnych dyscyplin sportu została opisana w licznych specjalistycznych opracowaniach, że wymienimy tu Z. Drozdowskiego *Antropologia sportowa*, PWN, 1972, wyd. II — 1979; N. Wolańskiego i J. Pařizkowej *Sprawność fizyczna a rozwój człowieka*, Sport i Turystyka, 1976.

Kończąc powyższe rozważania pragniemy zwrócić uwagę również na fakt istnienia pewnych związków między przynależnością rasową a predyspozycją do określonej sprawności fizycznej. Podkreśla się więc np. skoczność i zdolności biegowe przedstawicieli odmiany czarnej, dużą zręczność przedstawicieli odmiany żółtej. Kwestie te jednak stanowią przedmiot szczegółowych opisów antropologii sportowej i do nich to odsyłamy zainteresowanych szczegółowymi problemami, które wyżej zaprezentowano w dużym skrócie.

Antropologia ontogenetyczna

4

Rozdział pierwszy

Zjawiska rozwoju biologicznego człowieka

Rozwój oraz nauki o rozwoju w systemie nauk

Bardzo istotnym punktem zainteresowania współczesnej biologii, w tym również biologii człowieka są zjawiska rozwoju. Cechą charakterystyczną form żywych, choć również i przyrody nieożywionej, jest nietrwałość i zmiany w czasie istniejących struktur. Proces strukturalnych przemian, powstawanie nowych form określa się terminem rozwój.

> Cechą rozwoju jest stały postęp uniemożliwiający cofanie się i powrót do pierwotnego stanu wyjściowego.

Zjawiska rozwojowe można rozpatrywać w stosunku do ewolucyjnych zmian w długich szeregach międzypokoleniowych (filogeneza) oraz do zmian organizmów w okresie ich życia osobniczego (ontogeneza).

> Ontogenezą określa się proces rozwoju organizmu od momentu zapłodnienia komórki jajowej przez plemnik (poczęcie) do kresu życia (śmierci) osobnika w późnej starości.

Właściwością ontogenezy są stałe nieodwracalne zmiany kierunkowe w kształtowaniu się cech morfo-funkcjonalnych organizmu. W procesie tym ma miejsce stałe przystosowywanie się do zmieniających się warunków środowiska. Istotą ontogenezy jest doskonalenie ustroju prowadzące do jego optymalnej samodzielności i możliwości przedłużenia istnienia gatunku. Żyjące w różnych warunkach zwierzęta cechują się swoistymi właściwościami ontogenezy. Człowieka również

odróżnia od innych zwierząt ssących właściwa mu specyfika rozwoju osobniczego warunkowana długą filogenezą, dużą zmiennością genetyczną, brakiem na ogół istnienia barier izolacyjnych między populacjami i ograniczeniem selekcji naturalnej. Jednakże kolejność etapów rozwojowych u wszystkich ssaków i u człowieka jest ta sama. Ogólnie można stwierdzić, że różnice między różnymi grupami zwierząt, gatunkami i populacjami dotyczą czasu trwania, natężenia i szybkości przemian rozwojowych. W stosunku do innych ssaków człowieka np. cechuje wydłużanie okresu rozwoju progresywnego, kończącego się dojrzałością płciową i zakończeniem procesów wzrastania w stosunku do długości trwania całej ontogenezy, co przede wszystkim jest wynikiem dłuższego procesu rozwoju układu nerwowego. Człowiek jako jednostka biologiczna będąca wytworem środowiska, które otaczało jego przodków w długim procesie ewolucji, uzyskał własną specyfikę rozwoju osobniczego.

Zjawiska rozwoju stanowią przedmiot zainteresowań licznych nauk. W ramach nauk biologicznych ewolucjonizm traktuje o przemianach organizmów żywych w ich rozwoju rodowym, genetyka zajmuje się zagadnieniami dziedziczenia, w tym m. in. genetycznymi uwarunkowaniami rozwoju osobniczego. Zagadnienia rozwoju rodowego i osobniczego — ewolucjonizm i ontogeneza spotykają się więc na gruncie genetyki oraz ekologii, która m. in. traktuje o środowiskowych uwarunkowaniach rozwoju. Nie wdając się w podział nauk biologicznych według przedmiotu, kierunku badań i miejsca w nim nauki o rozwoju pragniemy nadmienić, że zjawiska rozwoju biologicznego człowieka stanowią przedmiot badań anatomii, histologii, biochemii, fizjologii, antropologii, zaś rozwoju psychicznego — psychologii. Dyscypliną scalającą naukę o ontogenezie jest auksologia, badająca organizmy żywe w rozwoju osobniczym w zależności od czasu, determinacji genetycznej, wpływów środowiska, zarówno w aspekcie rozwoju biologicznego, jak również psychicznego i motorycznego. Zmiany i określony poziom stanu biologicznego stanowią bowiem materialne podłoże przemian rozwojowych i stanu psychicznego człowieka. Również stany i przeżycia psychiczne posiadają wpływ na funkcje fizjologiczne i mogą wywoływać wymierne zmiany w rozwoju biologicznym człowieka. W ramach auksologii wydzielić można z nauk biologicznych embriologię i fetologię zajmujące się rozwojem wewnątrzmacicznym (prenatalnym) w odniesieniu do okresu embrionalnego i płodowego oraz gerontologię, której przedmiot badań stanowią zmiany involucyjne organizmów. W medycynie skrajnymi okresami życia człowieka zajmuje się medycyna perinatalna do momentu urodzenia, później pediatria i higiena szkolna (medycyna wieku rozwojowego), a w okresie starości — geriatria.

Aspekty rozwoju

Jak zaznaczaliśmy rozwój osobniczy może być rozpatrywany z wielu punktów widzenia, np. rozwoju psychiki, właściwości motorycznych i somatycznych. Pojęciem rozwoju fizycznego (lub somatycznego czy biologicznego) określa się całokształt

procesów biologicznych jakie zachodzą w rozwijającym się organizmie z wyłączeniem sfery psychicznej. Rozwój fizyczny jest procesem, a nie stanem, chociaż w określonych okresach ontogenezy można mówić o stanie rozwoju fizycznego.

Do dziś w terminologii dotyczącej rozwoju istnieją liczne rozbieżności i różnice. Według J. T. Bonnera rozwój ontogenetyczny możemy sobie wyobrazić jako dwa zespoły procesów: twórczych i hamujących czy ograniczających działalność twórczych. Z procesów twórczych wymienia się trzy grupy: wzrost, morfogenezę, różnicowanie.

> Wzrost jest to najogólniej rzecz biorąc powiększanie masy żywej substancji — synteza coraz to nowych ilości protoplazmy.

Wzrostowi ilościowemu towarzyszy powiększanie się wymiarów i ciężaru ciała. Wzrastaniem zaś określamy proces pomnażania liczby i wielkości komórek.

> Morfogeneza to wędrowanie grup komórek powodujące zmiany kształtu. Różnicowanie jest to natomiast stopniowe pojawianie się różnic między poszczególnymi częściami zarodka wykazującego poprzednio budowę jednolitą.

Różnice posiadają charakter biochemiczny i prowadzą do zmian morfologicznych i funkcjonalnych.

Grupom czynników twórczych przeciwstawia się czynniki hamujące czy ograniczające. Wydziela się tu czynniki wewnętrzne (aktywizacja i genetyczna determinacja rozwoju) i zewnętrzne (środowiskowe np. choroby, ilość i jakość diety mające wpływ m. in. na gospodarkę hormonalną).

Istnieją cechy, których zmiany w ontogenezie człowieka mają kierunek zgodny z kierunkiem filogenezy oraz takie, których kierunek jest przeciwny. Cechy nabyte w filogenezie późno wykazują największą plastyczność. Zdaniem C. H. Waddingtona istotą ontogenezy jest pewne genetyczne ukierunkowanie rozwoju zapewniające organizmowi egzystencję i przystosowanie się do danej niszy ekologicznej. Gdy organizm znajduje się w nowych, zmienionych warunkach środowiska, przypadkowa mutacja może zapewnić wykształcenie wybitnie korzystnej dotychczas nie występującej cechy, bądź zbieżnej z cechą ukształtowaną dotychczas w formie fenotypowej.

Próby usystematyzowania terminologii dotyczącej rozwoju dokonał N. Wolański w monografii *Rozwój biologiczny człowieka* (PWN, 1975). Zdaniem tego badacza rozwój fizyczny składa się z trzech grup jakościowo odrębnych procesów: rozrostu, różnicowania, dojrzewania.

> Rozrost polega na zwiększaniu się wymiarów ciała i jego masy. Różnicowanie polega na doskonaleniu struktury (cyto-histogeneza i organogeneza). Dojrzewanie natomiast polega na doskonaleniu funkcji układów i dostrajaniu ich w ramach całego ustroju (specjalizacja i integracja).

Były to jakościowe aspekty rozwoju fizycznego. Oprócz tego istnieją aspekty ilościowe rozwoju fizycznego:

Kinetyka rozwoju — jest to poziom na jakim przebiega rozwój danego osobnika (niższy, normalny, wyższy);

Dynamika rozwoju — jest to wielkość przyrostów danej cechy w jednostce czasu;

Rytmiczność rozwoju — to różne tempo rozwoju w poszczególnych okresach ontogenezy;

Tempo rozwoju — wielkość przyrostu danej cechy w jednostce czasu.

Wśród aspektów kosztów rozwoju fizycznego ważną rolę odgrywa metabolizm. Wykorzystanie źródeł energii i koszt energetyczny procesów rozwojowych nazywa się **energetyką rozwoju**.

Zjawiska przemiany materii: przyswajanie pokarmów, ich przekształcenia na składniki własnych tkanek czy odkładanie substancji zapasowych określamy jako procesy **anabolizmu**, zaś zużywanie związków chemicznych organizmu na potrzeby energetyczne ustroju określamy jako procesy **katabolizmu**. Sposób wykorzystania energii i przemiany materii przez ustrój nazywa się **dystrybucją**.

Cechy podlegające rozwojowi można podzielić na jakościowe i ilościowe.

Cechy **jakościowe** zdeterminowane są genetycznie w sposób bezpośredni i niezmienny.

Na cechy te nie mają wpływu czynniki paragenetyczne i środowiskowe — ekologiczne. Są to np.: liczba kręgów w kręgosłupie, liczba palców u rąk i nóg, liczba żeber, grupy krwi, struktura tęczówki oka. Zakres zmienności tych cech jest warunkowany genetycznie w ramach charakterystycznych właściwości danego gatunku.

Cechy **ilościowe** zdeterminowane są dużą liczbą genów, czyli są poligeniczne. Ponieważ jednak geny mogą tworzyć kombinacje, stąd własnością tych cech jest gama form i wielkości przejściowych. Oprócz tego cechy te w trakcie rozwoju ulegają stałym przemianom i wpływają na nie również czynniki egzogenne (środowiskowe). Przykładem tych cech są: wysokość i ciężar ciała, pigmentacja, inteligencja. Cechy ilościowe charakteryzuje zmienność ciągła między skrajnymi kategoriami, a większość osobników posiada ich pośrednie wartości.

Cechy poligeniczne wykazują w rozwoju osobniczym pewną plastyczność. Ten luz pozwala na to by organizmy w indywidualny sposób realizowały ontogenezę pod wpływem czynników zewnętrznych, np. wysokość ciała osobnika zdeterminowana jest genetycznie tylko w pewnym zakresie, zaś wartości ostateczne osiągnięte przez osobnika zależą od warunków w jakich przebiega rozwój mogą więc w złych warunkach osiągać dolną, a w dobrych górną granicę owego zakresu. Istnieją mechanizmy regulujące utrzymywanie procesu rozwoju w określonych ramach. Sposobność do stabilizowanego przebiegu rozwoju na określonym poziomie nazywa się kanalizacją rozwoju lub homeorezą (utrzymywanie się stałości rozwoju w ramach rozwijających się układów). Zdolności regulowania procesu rozwoju są determinowane genetycznie.

Ontogeneza a filogeneza

Związki między rozwojem osobniczym i rodowym były przedmiotem rozważań wielu badaczy. Większość z nich wyraża przekonanie, że rozwój filogenetyczny może być rozpatrywany jako suma kolejnych ontogenez, w czasie których między pokoleniowo zachodzą na poziomie populacji zmiany genetyczne Na związki ontogenezy z filogenezą wskazywał E. Heckel w prawie biogenetycznym, następnie A. Siewiercow oraz Schindewolf. Ten ostatni wyraził pogląd, że nie formy młodociane, lecz dojrzałe wykazują nawiązania do form filogenetycznie starszych — teoria proterogenezy. U człowieka np. pochylenie czoła ku tyłowi, wydłużanie głowy czy prognatyzm zwiększają się z wiekiem, a cechy te są wówczas bardziej zbliżone do form filogenetycznie starszych.

Istnieją cechy, których zmiany w ontogenezie mają kierunek zgodny z kierunkiem filogenezy i takie, których kierunek zmian jest przeciwny temu, jaki miał miejsce w filogenezie. Cechy późno nabyte w filogenezie wykazują największą plastyczność.

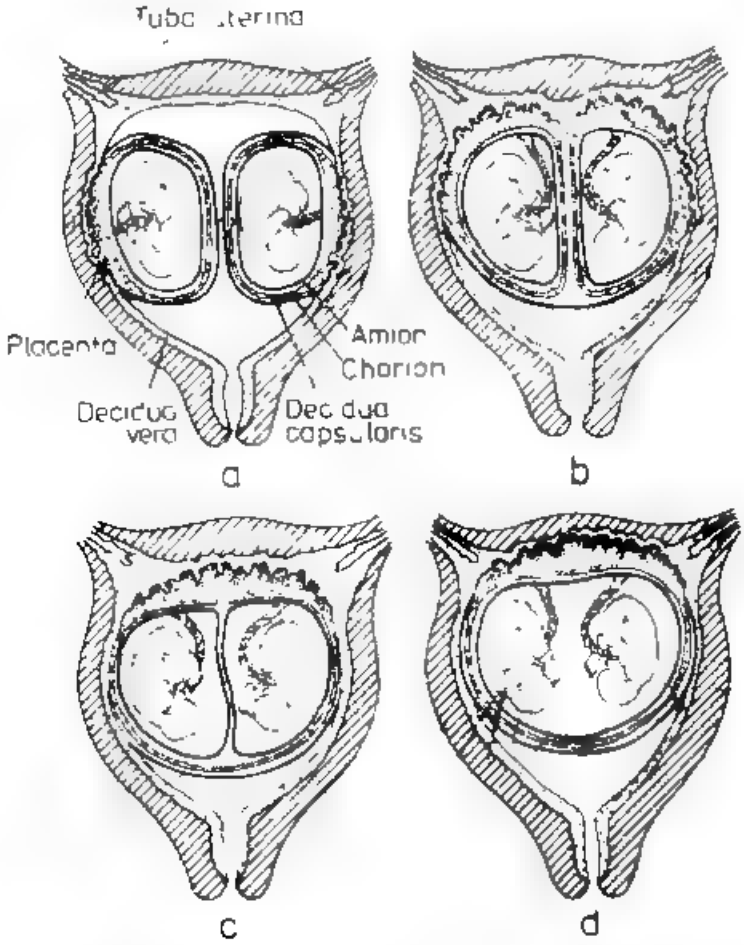
Etapy rozwoju osobniczego człowieka

Zasadniczy kierunek zmian w rozwoju osobniczym w pierwszych okresach życia prowadzi do osiągnięcia przez organizm największych wydolności życiowych i do wydawania potomstwa, koniecznego do utrzymania gatunku. Zmiany zachodzące w tym czasie mają charakter progresywny Po okresie największego nasilenia sił życiowych organizmu pojawiają się jednokierunkowe, nieodwracalne zmiany wsteczne, degeneracyjne Prowadzą one do stopniowego coraz to większego hamowania procesów rozwojowych, do zaniku sił życiowych i w końcu do śmierci Poszczególni osobnicy różnią się intensywnością i tempem zmian rozwojowych, chociaż kolejność, kierunek i charakter zmian jest zasadniczo zawsze taki sam Z punktu widzenia środowiska ontogenezę człowieka, podobnie jak innych ssaków, można podzielić na okres życia wewnątrzmacicznego i okres życia pozamacicznego.

Okres życia wewnątrzmacicznego - kyematogeneza (kyema — płód)

Życie wewnątrzmaciczne rozpoczyna się od momentu zapłodnienia komórki jajowej matki przez plemnik ojca. Cytoplazma komórki rozrodczej zawiera jądro, w którym znajdują się 23 pary chromosomów. W nich zlokalizowane są geny będące nośnikami cech dziedzicznych. Chromosomy somatyczne i w przypadku kobiet płciowe występują zawsze parami, mają taką samą wielkość, wygląd i zawierają tę samą liczbę genów ułożonych w tej samej kolejności. U mężczyzn natomiast chromosomy

płciowe są różnej długości (większy jest chromosom X niż Y). W zapłodnionej komórce jajowej w każdej parze chromosomów jeden z nich pochodzi od ojca, drugi od matki. Wszystkie komórki jajowe mają po jednym chromosomie X, natomiast plemniki w połowie zawierają chromosom X, w połowie Y. Jeśli jajo zostanie zapłodnione przez plemnik z chromosomem X powstaje zygota żeńska XX, jeśli zaś z chromosomem Y powstanie zygota męska XY. W chromosomie Y znajdują się przede wszystkim geny warunkujące męskość. Na 100 rodzących się dziewcząt przypada 106 chłopców, co być może pozostaje w związku z szybszym docieraniem do jaja mniejszych plemników męskich. Zapłodnienie zwykle następuje w górnej $^1/_3$ części jajowodu, gdyż niżej schodzące jajo zasadniczo nie może być zapłodnione. Zdolność plemników do zapłodnienia trwa około 48 godzin od stosunku płciowego, podczas gdy jajo traci zdolność do zapłodnienia około 24 godziny po jajeczkowaniu. Po zapłodnieniu zygota schodzi w dół jajowodem, podlega pierwszym podziałom, a w okresie 8 - 10 dni zarodek wszczepia się w śluzówkę macicy, co wymaga udziału zarodka i śluzówki. Gdy zapłodniona komórka jajowa nie wniknie do jamy macicy, to może ona zagnieździć się w jajowodzie lub w jamie otrzewnej prowadząc do tak

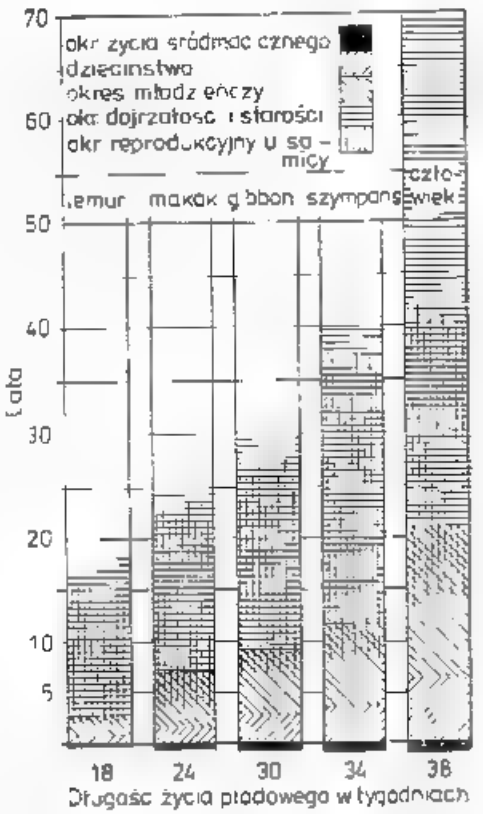


Ryc. 4.1.1. Sposób zagnieżdżenia jaj płodowych z bliźniętami: a — bliźnięta DZ — oddzielne łożysko i własne błony płodowe, b — bliźnięta DZ — łożyska zespolone, każdy płód ma własną owodnię i kosmówkę oraz wspólną doczesną, c — bliźnięta MZ — z oddzielną owodnią, d — bliźnięta MZ — ze wspólną owodnią

zwanej ciąży pozamacicznej, która może być niebezpieczna dla życia matki. Zarodek wydziela substancję nadtrawiającą śluzówkę i wnika w nadtrawione miejsce, żywiąc się początkowo nadtrawianymi komórkami śluzówki, która go obrasta. Później odżywia się on przez pochłanianie składników pokarmowych z krwi naczyń łożyska.

W początkach różnicowania się listków zarodkowych ciężar zarodka wynosi około 0,1 mg. Zarodek wytwarza błony płodowe, którymi jest otoczony. Zadaniem ich jest osłona, ochrona i odżywianie zarodka. Owodnia (*amnion*) i komórka (*chorion*) wyrastają ze ściany ciała, zaś omoczna (*allantois*) wyrasta z przewodu pokarmowego. Przestrzeń między owodnią a zarodkiem stanowi jama owodniowa wypełniona przejrzystym żółtawym płynem, wydzielanym przez zarodek i owodnię. Płyn łagodzi wstrząsy, zapobiega stykaniu się zarodka z owodnią, pozwala na wykonywanie swobodnych ruchów, a w trakcie porodu pomaga w otwarciu szyjki macicy. Wody płodowe zawierają cukier, mydła, mocznik, kreatyninę, białka, witaminę A, hormony. Stanowią one źródło składników odżywczych, budulcowych i bodźcowych dla płodu. Krótko przed urodzeniem owodnia pęka i wypływa z niej około 1 litr płynu (700 - 1200 ml). Czasami owodnia nie pęka całkowicie i noworodek rodzi się z głową owiniętą przez nią (urodzony w czepku). Owodnia rozwija się z wewnętrznej części pierwotnego fałdu ściany ciała, zaś z zewnętrznej tworzy się kosmówka stykająca się z komórkami ściany macicy. Omoczna stanowi uwypuklenie przewodu pokarmowego i rozwija się między owodnią i kosmówką. U człowieka jest ona niewielka i pełni funkcje doprowadzania naczyń krwionośnych do łożyska. Wraz ze wzrostem zarodka zmniejsza się ona od strony brzusznej, z której wyrastają fałdy owodni, woreczka żółciowego i omoczni. Krawędzie fałdów owodni schodzą się, obejmują fałdy dwu pozostałych błon tworząc pępowinę, zawierającą oprócz błon duże naczynia krwionośne, którymi zarodek pobiera pokarm ze ścian macicy. Pępowina jest zbudowana z galaretowatej substancji, jej grubość wynosi około 15 mm, długość 60 cm i jest ona spiralnie skręcona.

Zewnętrzna powierzchnia kosmówki człowieka i naczelnych jest cienka i na przeciwległej pępowinie powierzchni posiada liczne kosmki wrastające w śluzówkę macicy. Komórki kosmków wraz z tkanką ściany macicy tworzą łożysko, za pomocą którego zarodek pobiera pokarm i tlen, a wydziela dwutlenek węgla i produkty przemiany materii. Wymiana substancji jest możliwa dzięki gęstej sieci naczyń włosowatych kosmówki, które są zaopatrywane przez zarodek jedną z dwu tętnic pępkowych i odprowadzają ją z powrotem żyłą



Ryc. 4.1.2. Przeciętne trwanie okresów rozwojowych człowieka i niektórych naczelnych (wg Schultza)

pępkową. Część łożyska matki jest zbudowana z gąbczastej tkanki bogato zaopatrywanej w krew pochodzącą z jej organizmu. Krew matki i krew płodu nigdy się nie mieszają, a kontaktują się w matczynej części łozyska przez błonę, poprzez którą na drodze dyfuzji wymieniane są substancje. Łożysko nie stanowi dostatecznej bariery filtracyjnej dla licznych substancji szkodliwych (toksyny, wirusy, alkohol, nikotyna, liczne leki). Łożysko pełni również rolę gruczołu dokrewnego, produkuje estradiol, progesteron, adrenokortykoidy i gonatropinę łożyskową. Pod względem biologicznym rozwój w środowisku wewnątrzmacicznym jest prawie idealny — stałość temperatury i składu fizykochemicznego środowiska, ochrona przed urazami i zakażeniem, amortyzacja wstrząsów, dostarczanie wszelkich potrzebnych do rozwoju składników i wydalanie składników zbędnych. W końcu ciąży łożysko waży około 500 g, posiada około 30 mm grubości i około 15 - 20 cm średnicy.

Okres rozwoju wewnątrzmacicznego człowieka trwa przeciętnie 10 miesięcy księżycowych (40 tygodni, czyli 280 dni), licząc od ostatniej menstruacji przed ciążą. Owulacyjna długość ciąży wynosi przeciętnie tylko 38 tygodni (266 dni) z różnicami indywidualnymi kilku tygodni. Określanie wieku ciążowego od daty ostatniej menstruacji bywa mało precyzyjne ze względu na różną długość trwania cykli miesięcznych u różnych kobiet. U innych naczelnych długość ciąży jest mało poznana i u różnych gatunków jest ona krótsza niż u człowieka.

Okres wewnątrzmacicznego rozwoju dzieli się na następujące podokresy:

podokres jaja płodowego — od powstania zygoty do implantacji jej w ścianie macicy, co trwa około 8 dni. Zygota podlega bruzdkowaniu, tworzy się morula, w której pojawia się jamka przekształcająca ją w blastocystę. Wraz z implantacją rozpoczyna się następny podokres;

podokres zarodkowy (embrionalny) trwający do około 8 tygodnia od zapłodnienia. Zarodek cechuje się dużą wrażliwością na wpływy czynników zewnętrznych. W tym czasie powstaje większość wad rozwojowych. Rozwój jest w tym podokresie szczególnie szybki, ma miejsce proces tworzenia się wszystkich układów anatomicznych i narządów. Oczywiście najpierw ma miejsce różnicowanie się oktodermy, mezodermy i endodermy. Z ektodermy położonej najbardziej zewnętrznie powstaje między innymi naskórek, włosy, paznokcie, tkanka nerwowa, szkliwo zębów. Z położonej środkowo warstwy mezodermalnej powstają między innymi: skóra, mięśnie, kościec, układ krążenia, gruczoły płciowe. Z wewnętrznej warstwy endodermy powstaje między innymi układ oddechowy, przewód pokarmowy. W tej fazie rozwojowej od około 5 tygodnia dokonują się istotne zmiany w wyglądzie zarodka. Traci on częściowo wygięcie grzbietowe kręgosłupa, przez co uzyskuje bardziej wyprostowane położenie, rozwija się twarz, zarysy oka, nosa i uszu, w kończynach rozwijają się palce, zanika zawiązek ogona, różnicują się narządy płciowe. Zstępowanie serca powoduje uwydatnienie szyi. Podokres zarodkowy kończy się w momencie pojawienia się szpiku w kości ramiennej (8 tydzień). Rozpoczyna się następny podokres rozwoju wewnątrzmacicznego;

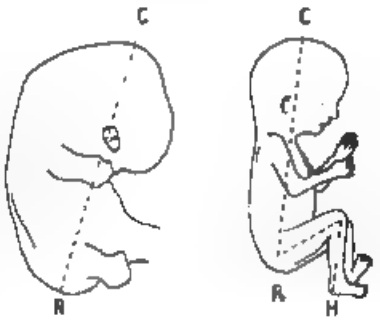
podokres płodowy (fetalny) trwający od 9 tygodnia do urodzenia w około 40 tygodniu. W podokresie tym ma miejsce wzrastanie układów i narządów upodob-

niające je do formy ostatecznej. Ma miejsce redukcja przepukliny pępkowej, małżowiny uszne wzrastają do poziomu oczu, powieka górna i dolna ulegają zetknięciu. W licznych kościach pojawiają się punkty kostnienia, a na palcach rozwijają się paznokcie. W piątym miesiącu ciało pokrywa lanugo oraz pojawiają się włosy na głowie. W szóstym miesiącu zaznaczają się brwi, w ósmym - jądra zstępują do moszny. Według niektórych badaczy od początku podokresu płodowego zaczynają się stopniowo ujawniać różnice rasowe i konstytucjonalne. Niektórzy autorzy nie wydzielają obecnie podokresu jaja płodowego, lecz tylko podokres zarodkowy i płodowy.

Rozwój wewnątrzmaciczny można także podzielić na 4 zasadnicze podokresy fazy rozwojowe (według Goerttlera):

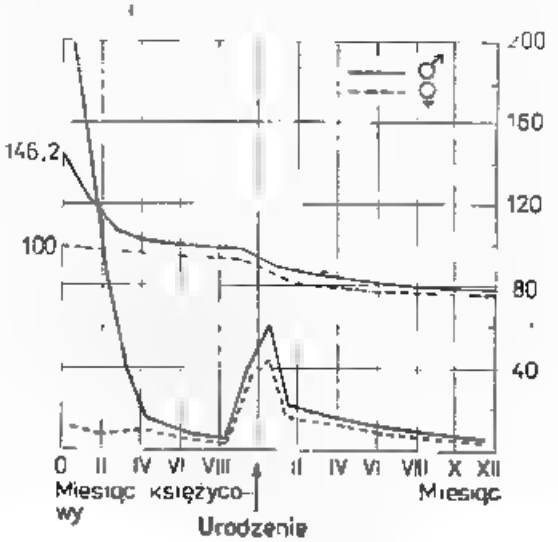
faza do 15 dnia po zapłodnieniu. W tym czasie zachodzi podział jaja, różnicuje się ekto-, mezo- i endoderma;

faza embriogenezy trwająca od 15 do 75 dnia. Zachodzi w niej różnicowanie tkanek i rozwój wszystkich narządów. W piątym tygodniu ma miejsce wczesne stadium rozwoju szkieletu, układu mięśniowego i nerwowego. W szóstym tygodniu



Ryc. 4.1.3. Sposób pomiaru długości ciemieniowo-siedzeniowej $C-R$ zarodka i płodu oraz długości całkowitej płodu $C-H$

widoczne są już: głowa, szczątkowe skrzela, zawiązki nóg i rąk - długość około 6 mm. W siódmym tygodniu kształtuje się tułów wraz z klatką piersiową i brzuchem, pojawiają się palce, rozwijają się oczy długość około 12 mm. W ósmym tygodniu następuje rozwój twarzy, uszu, zanikają skrzela — długość około 30 - 35 mm. Przy



Ryc. 4.1.4. Wymieralność w okresie prenatalnym i niemowlęcym: krzywe górne — liczebność osobników przeżywających kolejne miesiące, krzywe dolne — wymieralność w poszczególnych miesiącach

Ryc. 4.1.5. Ossyfikacja szkieletu w początkach fazy wczesnopłodowej

końcu tej fazy embrion przypomina kształtem postać osobnika dorosłego, lecz w miniaturze. Do 4 miesiąca skóra jest gładka, szklista, pozbawiona podściółki tłuszczowej z przeświecającymi naczyniami krwionośnymi. W fazie tej ujawnia się większość wad rozwojowych oraz występują powikłania ciąży w postaci poronień w częstości około jedna na pięć ciąży. Według Pfaundlera na 1000 ciąży ginie 300 zarodków (w pierwszym miesiącu 112, w drugim — 72, w trzecim 43, w czwartym 24, w piątym — 13, w szóstym — 9, w siódmym — 7, w ósmym — 5, w dziewiątym — 6, w dziesiątym 9 płodów). Zjawisko poronień w podobnym stosunku liczbowym występuje również u niższych ssaków, co najczęściej wiąże się z odrzuceniem przez organizm matki zarodków ułomnych, takich które nie rokują rozwoju normalnych osobników. U człowieka krytyczny okres pod tym względem jest między 6 8 tygodniem;

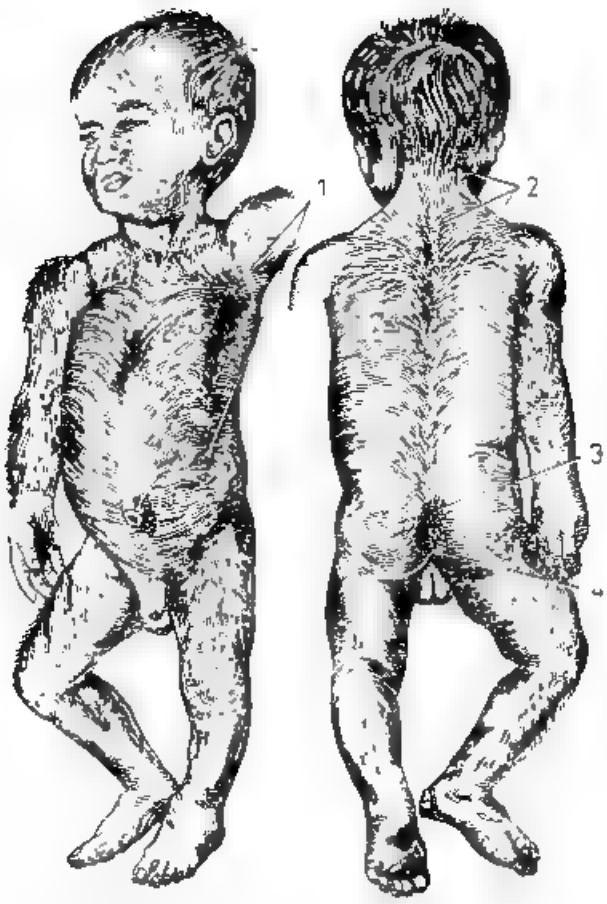
faza wczesnopłodowa trwająca od 75 do 180 dnia;

faza późnopłodowa trwająca od 180 dnia do urodzenia. W tym okresie uformowane w fazie zarodka narządy rozwijają się i wzrastają, a niektóre narządy wewnętrzne podejmują swoją funkcję (ruchy robaczkowe przewodu pokarmowego, wydalanie nerek itp.). U 14 tygodniowego płodu wykształcone są już kończyny stopy i ręce z paznokciami, widoczne są zewnętrzne narządy płciowe, długość około 77 mm. W 18 tygodniu ciało pokrywa lanugo, widoczne są brwi i rzęsy · długość około 190 mm. Ruchy płodu pojawiają się już około 8 - 9 tygodnia, najpierw w okolicy ustno szyjnej, następnie zauważa się ruchy palców i odruch ssania 11 - 12 tydzień. Od 14 tygodnia widoczne są skurcze mięśni twarzy, a do 16 tygodnia kształtują się ruchowe reakcje na bodźce. Około 22 - 25 tygodnia obserwuje się ruchy klatki piersiowej, a od 26 tygodnia mają miejsce charakterystyczne ruchy płodu zwane kopaniem. Ruchy płodu są czynnikiem pobudzającym rozwój układu kostnego, mięśniowego i nerwowego.

Wzrost i rozwój w okresie płodowym jest uporządkowany i szybki. W ciągu 270 dni trwania ciąży ciężar zarodka zwiększa się 30 milionów razy, a po urodzeniu około 20 razy. Najszybciej rozwija się głowa, następnie tułów, kończyny górne, a najwolniej kończyny dolne Kierunek rozwoju postępuje od głowy do stóp i od osi głównej ciała do części dystalnych. Na rozwój organizmu w okresie wewnątrzmacicznym wpływają czynniki wewnętrzne i zewnętrzne (płeć płodu, rasa, wiek matki, środowisko biogeograficzne i społeczne). Największa dynamika rozwoju przypada na 4 pierwsze miesiące rozwoju, a zmniejsza się ona między 36 - 40 tygodniem Niektórzy przyjmują, że po 6 miesiącu życia płodowego nie występują już podziały mitotyczne komórek mięśniowych i nerwowych (poza neuroglejowymi) i ich liczba jest już stała. Po urodzeniu z wiekiem zmniejsza się intensywność podziałów komórek innych tkanek, np. rozwój liczby komórek tłuszczowych prze-

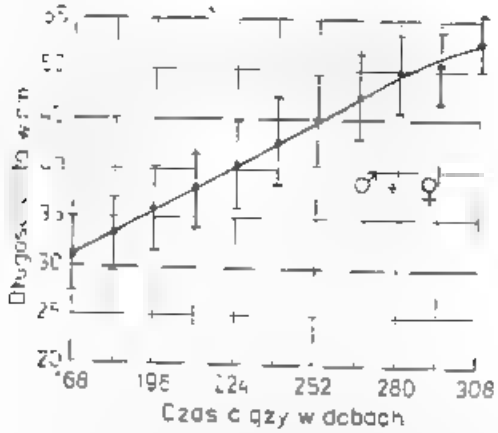
Tabela 4.1.1. Wymiary i ciężar narządów wewnętrznych płodów

Wiek płodowy w tygodniach	Długość ciała w cm	Długość ciemieniowo-siedzeniowa w cm	Obwód głowy w cm	Ciężar ciała w g	Ciężar nadnerecza w g	Ciężar mózgu w g	Ciężar serca w g	Ciężar nerka w g	Ciężar wątroby w g	Ciężar płuc w g	Ciężar trzustki w g	Ciężar przysadki mózgowej w g	Ciężar śledziony w g	Ciężar grucozo-h tarczyco wego w g	Ciężar grasicy w g
12	9,0	7,5	7,4	18,6	0,087	2,32	0,98	0,163	0,097	0,69	0,013	0,011	0,006	0,026	0,010
16	16,7	12,8	12,6	100	0,417	14,4	0,662	0,962	5,94	3,23	0,095		0,086	0,133	0,122
20	24,2	17,7	17,6	310	1,07	43,0	2,08	2,77	16,8	8,18	0,314	0,024	0,410	0,352	0,553
24	31,1	21,9	22,3	670	2,02	91,0	4,47	5,69	34,5	15,2	0,695	0,040	1,16	0,684	1,53
28	37,1	25,5	26,3	1150	3,16	153	7,70	9,43	57,4	23,7	1,22	0,058	2,43	1,08	3,14
30	39,8	27,1	28,1	1400	3,78	189	9,78	11,5	70,3	28,2	1,53	0,067	3,26	1,33	4,18
32	42,4	28,5	29,9	1700	4,44	228	11,6	13,8	84,3	33,0	1,88	0,076	4,25	1,54	5,41
34	44,8	29,9	31,5	2000	5,11	268	13,7	16,2	100,0	37,8	2,24	0,085	5,36	1,78	6,77
36	47,0	31,2	33,1	2450	5,77	309	15,9	18,6	113,0	42,7	2,61	0,094	6,55	2,01	8,22
38	49,1	32,4	34,4	2900	6,45	352	18,2	21,0	129,0	47,5	3,01	0,103	7,86	2,26	9,82
40	51,0	33,5	35,7	3150	7,10	394	20,6	23,5	143,5	52,5	3,40	0,111	9,22	2,50	11,5

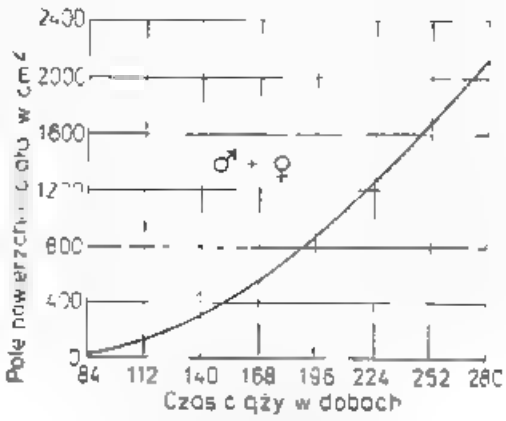


Ryc. 4.1.6. Charakterystyka owłosienia ciała płodów
1 - 4 — wiry

biega intensywnie od około 34 tygodnia życia płodowego i trwa do około 9 miesiąca po urodzeniu. W fazie płodowej skóra pierwotnie jest ciemnoczerwona. Około 8 - 10 miesiąca barwa skóry staje się różowa, wzrasta jej napięcie. W okresie ostatnich 4 miesięcy pojawia się na jej powierzchni maź płodowa (*vernix caseosa*). Maź ta stanowi wydzielinę nabłonka owodni i zabezpiecza skórę przed maceracją. Maź warunkuje też prawidłowy rozwój płodu, pobudza hormonalnie (estrogeny) czynność łożyska i ułatwia poród. Noworodki pierworódek są mniejsze i lżejsze od noworodków wieloródek. Im dalsze jest miejsce noworodka w kolejności ciąż, tym długość i ciężar ciała wykazują wyższe wartości. Im wcześniejsze jest przerwanie związków między matką i płodem, tym większe jest zagrożenie w stosunku do prawidłowego rozwoju dziecka. Wskazują na to np. związki między ilorazem inteligencji a ciężarem urodzeniowym wcześniaków. W okresie życia wewnątrzłonowego wartości niektorych pomiarów antropometrycznych służą do szacunku wieku zarodka lub płodu. W podokresie zarodkowym długość ciemieniowo-siedzeniowa (*Si*) pokrywa się z długością całkowitą, a to ze względu na dogłowowe zwrócenie zgiętych kolan. Również inne po-



Ryc. 4.1.7. Zależność długości ciała $\bar{x} \pm 1S$ od wieku płodów



Ryc. 4.1.8. Zależność powierzchni ciała od wieku płodów

miary somatyczne uwzględnia się do szacowania wieku biologicznego zarodków i płodów. W ponizszym zestawieniu podajemy przykładowo niektóre ważniejsze

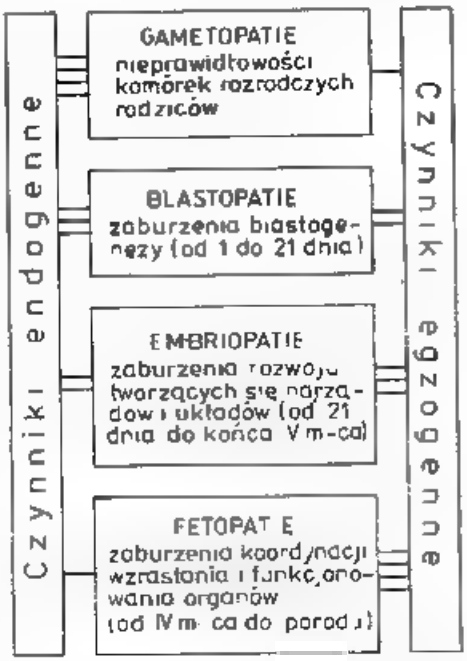
charakterystyki rozwojowe:

Wiek w miesiącach księżycowych	*Si* w mm	Długość całkowita w mm	Ciężar ciała w g
3	55	70	20
4	100	150	120
5	150	228	300
6	200	300	635
7	230	350	1220
8	265	400	1700
9	300	455	2240
10	335	500	3250

Zaburzenia rozwoju wewnątrzmacicznego

Czynniki defektujące rozwój somatyczny występują we wszystkich okresach ontogenezy, lecz wykazują one jakościowe zróżnicowanie w zależności od okresu życia.

Współcześnie liczbę noworodków rodzących się z defektami ocenia się na około 2 - 3%. Defekty rozwojowe w okresie prenatalnym mogą powodować czynniki wewnętrzne i zewnętrzne. Pierwsze z nich dotyczą błędów w informacji genetycznej, drugie zaś to między innymi środki chemiczne (np. talidomid) przenikające przez łożysko do embrionu czy płodu, niedobory substancji mineralnych, witamin (A, B, D), żelaza, miedzi, leczenie hormonalne i zaburzenia hormonalne matki (np. wywołujące wirilizację u dziewcząt), naświetlania promieniami X, choroby zakaźne (różyczka), alkohol, nikotyna. Alkoholizm i nikotynizm obok skutków teratogennych ujemnie odbijają się na cechach fizycznych noworodków. Z innych czynników zakłócających rozwój w okresie prenatalnym wymienić należy chorobę hemolityczną wywołaną konfliktem serologicznym, zatrucie ciążowe przy dysfunkcjach łożyska matki, nieprawidłowości narządu rodnego, bądź ułożenia płodu, które warunkują często nieprawidłowości porodu. Udział czynników powodujących kyematopatie ilustruje rycina 4.1.9.



Ryc. 4.1.9. Udział czynników wewnętrznych i zewnętrznych w powstawaniu kyematopatii

Podział ontogenezy na okresy rozwojowe

Różnorodność podejść do periodyzacji, stosowanie w zależności od potrzeb różnych ujęć, np. podziały rozwoju używane w psychologii, w medycynie itd., skłaniają nas do zilustrowania tych różnic konkretnymi wybranymi przykładami, których pro-

pozycje przedstawili autorzy polscy. Podziały te stanowią bardzo często nawiązanie do klasycznego podziału rzymskiego, który wyróżniał okresy: 0 - 15 lat *Pubertia*, 15 - 25 lat *Adolescentia*, 25 - 45 lat *Virilitas* i powyżej 45 lat *Senectas*. Wyróżniano również podział wieku dziecięcego na okresy: dziecięcy do 7 lat, chłopięcy do 14 lat, młodzieńczy powyżej 14 lat. Po podziale rzymskim pierwszą próbę periodyzacji ontogenezy przedstawił J. Śniadecki (1809). W 1936 r. W. Jasiński wyróżnił:
okres płodowy — 10 miesięcy księżycowych,
okres noworodka — około 15 dni,
okres niemowlęcy — do końca 1 roku życia,
okres wczesnego dzieciństwa — do 4 roku życia,
okres przedszkolny — do 7 roku życia,
okres szkolny — do 14 roku życia,
okres dojrzewania płciowego — do 17 roku życia,
okres młodzieńczy — do 20 roku życia.

W 1946 r. J. Bogdanowicz podał podział ontogenezy na zasadzie wyodrębnienia okresów według stopnia poznania i opanowania nowych funkcji:
okres płodowy — 10 miesięcy księżycowych,
okres popłodowy
- okres noworodka — 0 - 14 dni, okres przejściowy,
- okres niemowlęcy — 0 - 1 roku, okres równowagi,
- okres poniemowlęcy — 1 - 3 lat, okres przejściowy,
- okres dziecięcy
  - podokres — 3 - 7 lat, równowagi,
  - podokres — 7 - 12 lat, równowagi,
- okres dojrzewania płciowego — 12 - 16 lat, okres przejściowy,
- okres młodzieńczy — od 16 lat, okres równowagi.

Podział Łazowskiego i Tomaszewskiego (1959) przedstawia się następująco:
wiek dziecięcy (*infantio*)
- wczesne dzieciństwo — 0 - 2 - 3 lata,
- drugie dzieciństwo — 3 - 7 - 8 lat,
- trzecie dzieciństwo — 8 - 11 - 13 lat do dojrzewania płciowego;

wiek młodzieńczy (*juvenilitas*)
- okres pokwitania,
- pokwitanie.

Z psychologów S. Baley (1946) wyróżniał:
okres niemowlęcy — 1 rok życia;
okres dzieciństwa — 1 - 12 (13) lat
- faza pierwszego dzieciństwa — do końca 3 roku życia,
- faza średniego dzieciństwa (przedszkolna) — do końca 7 roku życia,
- faza trzeciego dzieciństwa (szkolna) do około 13 roku życia;

wiek dojrzewania — 13 (14) — 20 lat
- faza przedpokwitaniowa — około 13 - 14 roku życia,
- faza pokwitaniowa (pubertalna) — do około 17 roku życia,
- wiek młodzieńczy (adolescencja) — do około 20 - 24 roku życia.

Według M. Żebrowskiej (1977) na podstawie rozwoju psychicznego dziecka można wydzielić następujące okresy:
niemowlęctwo — pierwszy rok życia,
wiek poniemowlęcy — od 1 do 3 lat,
wiek przedszkolny — od 3 do 7 lat,
młodszy wiek szkolny — od 7 do 11 - 12 lat,
wiek dorastania — od 12 - 13 do 17 - 18 lat.

S. Klonowicz (1973) wychodząc z przesłanek biologicznych i społeczno-produkcyjnych przedstawił następujący podział życia ludzkiego:
Ludność w wieku przedprodukcyjnym (0 - 17 lat)

1. Okres dzieciństwa (0 - 14 lat)
   pierwszy okres dzieciństwa (0 - 7 lat),
   drugi okres dzieciństwa (8 - 14 lat),
2. Młodociani (15 - 17 lat);

Ludność w wieku produkcyjnym (mężczyźni 18 - 64 lat, kobiety 18 - 59 lat)

1. Okres młodości — ostatecznego przygotowania do zawodu i zakończenia rozwoju osobniczego (18 - 24 lat),
2. Okres optymalnej zdolności do pracy (25 - 39 lat),
3. Okres przedpola starzenia się (rozpoczynającej się starości 40 - 49 lat),
4. Okres starzenia się (mężczyźni 50 - 64 lat, kobiety 50 - 59 lat), a wiek przedemerytalny (mężczyźni 60 - 64 lat, kobiety 55 - 59 lat);

Ludność w wieku poprodukcyjnym (mężczyźni w wieku powyżej 65 lat, kobiety powyżej 60 lat).

N. Wolański zaproponował wyróżnienie następujących okresów rozwojowych:
Okres rozwoju śródmacicznego (metabolizm matki rzutuje na metabolizm jej potomka)

1. Faza jaja płodowego (pierwsze 2 tygodnie),
2. Faza zarodka (od 3 do 7 tygodnia),
3. Faza płodu (od 8 tygodnia do urodzenia);

Okres rozwoju progresywnego

1. Faza bierności (od urodzenia do 5 - 7 miesiąca),
2. Faza ekspansji
   a) okres opanowania własnego ciała i formowanie się homeostazy środowiska wewnętrznego (od 5 - 7 miesiąca do 2,5 - 3 lat),
   b) okres rozwoju kontroli otoczenia (od 2,5 - 3 lat do 8 - 10 roku życia),
   c) okres przygotowania do rozrodu i założenia rodziny (pokwitania) od około 8 roku życia do dojrzałości płciowej,
   d) okres dorastania umacniania optymalnej niezależności osobniczej w równowadze ze środowiskiem zewnętrznym (od osiągnięcia dojrzałości płciowej do zakończenia procesów rozrostu, czyli do około 20 - 25 lat);

Okres stabilizacji — względnej równowagi procesów anabolicznych (od zakończenia procesów rozrostu, czyli od około 20 - 25 lat do zakończenia równowagi względnej i początku procesów involucyjnych, czyli do około 40 lat) — okres pełni

życia;
Okres starości — przewagi procesów katabolicznych nad anabolicznymi, involucji niektórych tkanek, starczej wegetacji biologicznej — zazwyczaj powyżej (niekiedy przed) 60 rokiem życia.

I. Brzozowska (1976) proponuje ginekologiczny podział wieku płodowego na następujące grupy:
wczesny okres płodowy do 140 dnia (20 tydzień),
pośredni okres płodowy 140 - 195 dzień (20 - 27 tydzień),
późny okres płodowy od 196 dnia do urodzenia.

Ogólnie można przyjąć, że życie ludzkie po urodzeniu dzieli się na następujące okresy: noworodka, niemowlęcia, dzieciństwa wczesnego, dzieciństwa późnego, młodzieńczy, wieku dorosłego, wieku dojrzałego i starości.

Ze względu na charakter przemian biochemicznych, zachodzących w organizmie, ontogenezę można podzielić na okresy:

1 — anaplasis (ewolucji), czyli rozwoju progresywnego, który trwa od zapłodnienia do wieku dorosłego. Okres ten cechuje przewaga procesów anabolicznych, przyswajania przez plazmę komórek związków chemicznych. Prowadzi to do zwiększania liczby i wielkości komórek ustroju, do wzrastania i różnicowania się jego struktury;

2 — metaplasis (transwolucji), jest to okres stabilizacji trwający od okresu dorosłego do wieku dojrzałego włącznie. Organizm cechuje pewien stan równowagi morfologicznej i fizjologicznej, a nasilenie procesów anabolicznych i katabolicznych jest mniej więcej jednakowe. W tym czasie największe jest nasilenie sił życiowych organizmu i zdolności rozrodczych;

3 — kataplasis (involucji), okres rozwoju regresywnego trwa w wieku starości. W tym czasie nasilają się procesy kataboliczne, które przeważają nad procesami anabolicznymi, co prowadzi do zmian wstecznych, zahamowania funkcji i śmierci osobnika.

W wydzielonych wyżej okresach można wyszczególnić na podstawie zmienności cech morfologicznych i fizjologicznych podokresy.

W porównaniu z innymi ssakami człowieka cechuje stosunkowo długo trwające dzieciństwo, mierzone w stosunku do długości trwania życia (piąta część, podczas gdy u większości ssaków jest to dziesiąta część długości życia). Przyczynę tego upatruje się w długotrwałym procesie rozwoju układu nerwowego, czego przykładem jest fakt, że dopiero od drugiego roku życia dziecko ludzkie osiąga sprawność neuromotoryczną noworodków innych naczelnych. Jednakże niektóre procesy rozwojowe zachodzą u człowieka wcześniej niż u innych ssaków i naczelnych, np. szybsze jest łączenie się poszczególnych części mostka, zstępowanie jąder.

Proces rozwoju fizycznego to nie tylko doskonalenie i rozwój struktury i funkcji narządów, ale i niekiedy również proces involucji (np. szyszynka i grasica). Podział życia ludzkiego na okresy rozwojowe jest klasyfikacją sztuczną, której granice nie są ostre, zaś jej podstawę stanowią zjawiska morfologiczne i fizjologiczne zmienne i charakterystyczne dla poszczególnych okresów. Okresy te cechują się też określonym etapem przystosowania się organizmu do środowiska.

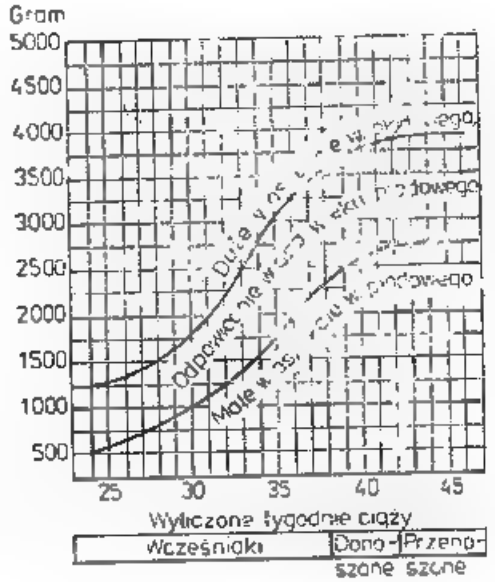
Okresy rozwoju pop odowego człowieka

1. Okres noworodka

Trwa on od urodzenia do ustąpienia objawów związanych z porodem — przeciętnie około 4 tygodni. W zależności od wieku ciążowego (od ostatniej menstruacji) noworodki dzieli się na

— niedonoszone — poniżej 37 tygodni,
— donoszone 37 - 41 tygodni,
— przenoszone — ponad 42 tygodnie.

Długość pierwszego okresu zależy od cech indywidualnych noworodka, kończy się z chwilą ustania hormonalnych wpływów matki, usamodzielnienia dziecka, wówczas gdy ustalają się warunki prawidłowego oddychania, wydalania, krążenia,



Ryc. 4.1.10. Klasyfikacja noworodków według ciężaru ciała w zależności od wieku płodowego

gdy następuje wyrównanie urodzeniowego ciężaru ciała po przejściowym spadku oraz ma miejsce odpadnięcie pępowiny. Ciężar noworodka ponad 4000 g budzi podejrzenie jawnej lub utajonej cukrzycy u matki. Noworodki przenoszone wykazują często troficzne zaburzenia. Granicą dla zdolności do życia noworodka jest 28 tydzień. W zasadzie już u noworodków widoczne są niektóre różnice międzypopulacyjne. Ilustracją tego może być ciężar urodzeniowy wynoszący u Indian Ameryki Północnej 2,60 kg dla chłopców i 2,54 kg dla dziewcząt. Odpowiednie dane dla Indonezyjczyków są następujące: 2,75 kg i 2,70 kg, gdy dla populacji europejskich około 3,50 kg i 3,40 kg. Przy urodzeniu skóra jest równa, a pod nią znajduje się obfita podściółka tłuszczowa, co ułatwia przystosowanie się do funkcji termoregulacyjnych, do cech nowego środowiska. Moment urodzenia kończy okres homeostazy płodowej, charakteryzujący się ciągłością żywienia i brakiem utraty ciepła. Pojawia się więc uczucie głodu i chęć jego zaspokojenia. Fizjologiczny stan przejściowy noworodków przejawia się spadkiem ciężaru ciała, podwyższoną ciepłotą, zmianami w skórze. Szczególne niebezpieczeństwo dla życia grozi noworodkom chorym na żółtaczkę.

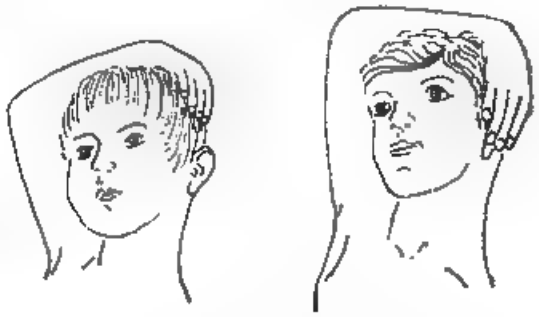
2. Okres niemowlęcia

Trwa od zakończenia okresu noworodka do około 1 roku życia (do przyjęcia spionizowanej postawy). Okres ten cechuje duże tempo rozwoju oraz dostosowywanie się czynności fizjologicznych do przemienności dnia i nocy. Wielofazowy sen pod koniec 1 roku życia staje się 2 - 3-fazowy z wydłużającym się okresem snu nocnego. Siła i sprawność mięśniowa wzrastają w kolejności od głowy przez kończyny górne po dolne — podnoszenie głowy 1 - 3 miesiąc, obrót wokół osi 3 - 5 miesiąc, siadanie 6 - 9 miesiąc i stawanie 10 - 12 miesiąc. Pod koniec tego okresu słabną przyrosty wysokości ciała. W tym okresie zarastają ciemiączka boczne (w pierwszym miesiącu) i duże (w około 1,5 roku życia). Obserwuje się wolniejsze wzrastanie tułowia i kończyn niż głowy. Wzrasta zdolność odbierania wrażeń zmysłowych. W szóstym miesiącu pojawiają się siekacze mleczne dolne, a w 12 miesiącu liczba zębów wynosi 6. Na szybkość wyrzynania się zębów mogą wpływać czynniki genetyczne i środowiskowe (opóźnienie ząbkowania na tle krzywiczym). Szybki jest również rozwój kośćca, zanika odporność bierna, co stwarza szczególną wrażliwość ustroju na infekcję. Jest rzeczą charakterystyczną, że w zurbanizowanych społeczeństwach skraca się czas karmienia dzieci piersią matki. U Murzynek afrykańskich wynosi on do 3 lat, zaś u Angielek według danych z 1950 roku — tylko 4,2 miesiąca. Wydzielanie mleka i prawidłowa funkcja gruczołów mlecznych zależą od wydzielniczych funkcji nadnerczy, tarczycy, przytarczyczek. Największe znaczenie odgrywa tu jednak przysadka i wydzielanie prolaktyny i oksytocyny. W czasie ssania bodźce mechaniczne stymulują na drodze hormonalnej laktację. Zaburzenie regularności karmienia, stresy psychiczne powodują ustawanie laktacji. Tak więc skracanie się czasu karmienia posiada uwarunkowania cywilizacyjno-kulturowe. Karmienie ważne jest z punktu widzenia rozwoju dziecka. Zasadniczo dzieci sztucznie karmione szybciej przybierają na wadze. Realizowany tor rozwojowy (górna jego granica) często jednak sprzyja otyłości, późnemu kształtowaniu się właściwej flory bakteryjnej przewodu pokarmowego, mniejszej odporności ustroju na wpływ czynników środowiskowych. Oprócz tego kontakt cielesny dziecka i matki w trakcie karmienia stanowi o prawidłowym kształtowaniu się stanów emocjonalnych dziecka.

3. Okres dzieciństwa wczesnego

Okres zwany również okresem dzieciństwa neutralnego trwa u obojga płci od około 1 do 6 - 7 roku życia, do wymiany zębów mlecznych na stałe. Okres ten cechuje spadek tempa rozwoju fizycznego, przy czym wyraźniej spada tempo przyrostu ciężaru ciała, powodując pozorne szczuplenie. Zmieniające się w tym okresie proporcje ciała są powodowane wzrastaniem tułowia i kończyn dolnych. Stopa ulega wyskłepieniu, silniej niż u dorosłych zaznacza się lordoza lędźwiowa, słabe są mięśnie brzucha i inne jest ustawienie miednicy, co powoduje znaczną wypukłość brzucha. Dojrzewanie układu nerwowego sprawia, że do czwartego roku dziecko winno opano-

wać funkcję świadomego oddawania moczu. W tym okresie duża jest ruchliwość dziecka, polepsza się koordynacja mięśni, przy słabej jednak wytrzymałości. Powoduje to szybkie męczenie się dzieci. W czasie do 2,5 lat życia dziecko winno mieć wszystkie zęby mleczne. Kościec jest jeszcze słabo uwapniony, słaby jest aparat ścięgnisty i chwiejny system nerwowy. W wieku około 3,5 lat stopniowo zanika oburęczność na rzecz preferencji czynnościowej jednej ręki, zwykle prawej. Niższe są niż u dorosłego m.in.: poziom Hb, liczba czerwonych krwinek, wyższe zaś tętno, ciepłota ciała itp. W wieku przedszkolnym, trwającym od 6 do 7 roku życia, kształtuje się względna równowaga fizyczna i psychiczna dziecka. Przy dalszym smukleniu ciała zwiększa się sprawność motoryczna i ruchliwość, bowiem lepsza jest koordynacja mięśni antagonistów. Pod koniec tego okresu następuje początek wymiany uzębienia. Szybkość zachodzących w tym wieku zmian w proporcjach budowy ciała jest jednym z czynników określających dojrzałość szkolną. Miernikiem takim może być np. test filipiński, polegający na ocenie możliwości sięgania ręką przeciwległego ucha, przez wyprostowaną głowę przy uniesionym w górę ramieniu.



Ryc. 4.1.11. Test filipiński szkolnej dojrzałości biologicznej

Jeśli koniec trzeciego palca dotknie górnej krawędzi ucha, pomiar jest zerowy, jeśli nie dotyka — ujemny, a gdy sięga poniżej górnej krawędzi — dodatni. Morfologiczną dojrzałość szkolną osiągają te dzieci, które wykazują pomiar dodatni lub co najmniej zerowy. Oczywiście nie jest to jedyny decydujący miernik dojrzałości szkolnej. Z zasady mniej zaawansowane w rozwoju fizycznym dzieci cechuje również mniejsze zaawansowanie rozwoju umysłowego, niższy iloraz inteligencji. U dzieci z wyprzedzającym rozwojem fizycznym, jak się wydaje, jedynie u chłopców ma miejsce również wyprzedzenie rozwoju umysłowego.

4. Okres dzieciństwa starszego

Jest to okres zróżnicowania płciowego, rozpoczyna się od wymiany uzębienia mlecznego na stałe, kończy się zaś uzyskaniem dojrzałości płciowej. U dziewcząt ma to miejsce najczęściej między 12 - 15 rokiem życia, u chłopców zaś około 16 - 18 miesięcy później. W tym czasie nadal zwolnione jest tempo przyrostu wysokości ciała, obwód głowy osiąga wartość zbliżoną do ostatecznej, zacierają się różnice czynnościowe wielu układów w stosunku do dorosłych, wzrasta sprawność ruchowa, siła mięśni oraz odporność ustroju. Pod koniec tego okresu zaczynają się wyraźnie zaznaczać

różnice dymorficzne w postaci większej szerokości barków u chłopców i bioder u dziewcząt. Układ limfatyczny po okresie największego rozwoju ulega regresji. Wzrost gałki ocznej w kierunku przednio-tylnym przy mniejszej elastyczności prowadzi do występowania w tym czasie przejściowej krótkowzroczności okołopokwitaniowej. Okres dojrzewania płciowego przypada u dziewcząt na około 12 rok, a u chłopców na 14 i decyduje o dojrzałości osobniczej. Dojrzałość płciowa nie jest równoznaczna z dojrzałością fizyczną i psychiczną uzyskiwaną kilka lat później. Dojrzałość rozwoju fizycznego narządów, gruczołów dokrewnych, zwłaszcza wzmożona czynność przysadki, tarczycy, nadnercza, gruczołów płciowych, stanowi o nagłym skoku rozwojowym ustroju. Skok wysokości ciała wyraża się w przyrostach rocznych wynoszących 6 - 9 cm, gdy uprzednio wynosił 3 - 4 cm. Ciężar ciała wzrasta wolniej 5 - 6 kg rocznie, lecz trwa dłużej. W tym czasie mniejsze są przyrosty długości tułowia, szybkie zaś kończyn górnych i dolnych, w tym stóp i rąk. Powoduje to przejściową dysharmonię budowy, niezgrabność ruchów. Szybsze wzrastanie tułowia i wyrównanie dysharmonii ma miejsce po okresie dojrzewania, gdy zakończone jest wzrastanie kończyn. W okresie tym kształtuje się budowa męska lub kobieca wzrasta klatka piersiowa, szerokość barków u chłopców, a bioder u dziewcząt. Różnice płci pogłębia szybki rozwój umięśnienia chłopców, a otłuszczenia dziewcząt, rozrost krtani powodujący wydłużenie strun głosowych i mutację głosu chłopców, pojawia się męskie owłosienie okolicy łonowej, tułowia, twarzy, szybko wzrastają jądra i prącie. U dziewcząt następuje pełny rozwój warg sromowych, rozrasta się tkanka tłuszczowa na wzgórku łonowym, rozrasta się pierś. Pod koniec tego okresu zwiększa się pojemność życiowa płuc, wymiary serca. Stosunkowo wolniejsze wzrastanie serca niż całego organizmu, duża pobudliwość układu nerwowego, wolniejszy rozwój płuc mogą w okresie skoku pokwitaniowego doprowadzić do niemiarowości oddechowych, wahań ciśnienia i omdleń. Nie ma jednak w tym okresie różnic funkcjonalnych układu pokarmowego w stosunku do dorosłych, może jedynie zwłaszcza u dziewcząt dochodzić do przejściowych dysharmonii wydzielania wewnętrznego, głównie ze strony gruczołów płciowych i tarczycy.

Okres dojrzewania. Jak wyżej zaznaczono, okres poprzedzający dojrzewanie charakteryzuje się intensyfikacją procesów rozwojowych. Okres ten trwa około 4 - 5 lat. Długość jego oraz intensywność przemian związana jest w znacznym stopniu z typem budowy ciała. Mniej zaznacza się bowiem skok okołopokwitaniowy u osobników o budowie ektomorficznej. Przeciętnie zmiany związane z dojrzewaniem rozpoczynają się około 11 - 13 roku życia, a kończą około 18 roku. Okres ten dzieli się na etapy:

1) przygotowawczy (faza prepubertalna) trwający od 12 roku życia;
2) dojrzewania (faza pubertalna) zawarty między około 12 - 16 rokiem życia i
3) dorastania (faza postpubertalna) trwający od około 16 - 18 roku życia.

Dojrzewanie chłopców. Początek fazy przedpokwitaniowej zaczyna się pojawieniem we krwi gonadotropin i zwiększeniem wydzielania z moczem 17 ketostery-

dów, co ma miejsce między 7 - 9 rokiem życia. Jest to początek tzw. *adrenarche* — produkcji androgenów. Chłopcy w tym okresie są przeciętnie niżsi od dziewcząt. Powiększanie się jąder i prącia rozpoczyna się około 12 roku życia. W wieku 13 lat pojawiają się włosy na wzgórku łonowym i wokół nasady prącia, ciemnieje i staje się bardziej pofałdowana moszna, ma miejsce przejściowe obrzmiewanie brodawek piersiowych. Według G. Maranona między naturalnym dzieciństwem a okresem dojrzewania płciowego na krótko, ale prawie zawsze, pojawia się stadium feminizacji na ogół trudno zauważalnej. Stadium to cechuje lekko ginekoidalna sylwetka, przyrost tkanki tłuszczowej i ginekomastia. Okresowi temu kładzie kres pokwitanie. Szczyt skoku pokwitaniowego przypada z reguły na 14 rok życia. W tym czasie ma miejsce początek produkcji gruczołów płciowych przejawiający się (*gonadarche*) w końcu 14 roku życia. Jest to zbieżne z mutacją głosu. Zwiększa się również prącie i jądra, pojawia się zarost twarzy w kątach warg, później na całej wardze oraz na podbródku. Od 15 do 17 roku życia ma miejsce zwolnienie rozwoju. Wielkość i forma narządów płciowych zbliża się do wartości ostatecznych, podobnie rzecz ma się w stosunku do owłosienia (m.in. na brzegach *areolla mammae* pojawiają się włosy). Faza postpubertalna zakończona rozwojem ostatecznym szkieletu i mięśni kończy fazę dojrzewania. Nasilają się drugorzędne cechy płciowe, gęstnieje owłosienie łonowe, pachowe i na twarzy oraz owłosienie ciała.

Dojrzewanie dziewcząt. Dojrzewanie dziewcząt przejawia się podobnymi i różnymi cechami w stosunku do chłopców. Różna jest (przyspieszona o około 2 lata) u dziewcząt chronologia dojrzewania. Początek tego okresu związany jest z morfo-funkcjonalnymi przeobrażeniami jajników, dalej macicy. Pierwszą cechą fazy przedpokwitaniowej jest zaokrąglenie bioder, zaznaczające się od około 10 roku życia pomimo na ogół smukłej jeszcze sylwetki ciała (stosunkowo długie kończyny dolne). Sylwetka przypomina nadal chłopięcą. Początek rozwoju gruczołów piersiowych (*thelarche*) przejawia się nabrzmieniem łuku brodawek (*areolomamma*) oraz ich ciemnoróżowym zabarwieniem przy piersi tworzącej wraz z brodawką niewielką wyniosłość (stadium pączka). Skok pokwitaniowy wysokości ciała występuje na około rok przed menarchą (10 - 13 rok życia). Szczyt tego skoku u dziewcząt miejskich jest wcześniejszy (12 lat), u wiejskich późniejszy (13 lat). Faza dojrzałości (12 - 16 roku życia) cechuje się rozwojem owłosienia na wzgórku łonowym (*pubarche*) — około 12 roku życia. Najpierw wokół warg sromowych pojawiają się pojedyncze, proste, słabo pigmentowane włosy. Nieco później w końcu 12 roku życia pojawia się owłosienie pachowe, następnie kończyn. Faza szybkiego wzrastania kończyn, bioder i tkanki tłuszczowej oraz ciężaru ciała kończy się dojrzewaniem (*gonarche*), co przejawia się menstruacjami. Przeciętnie menarcha pojawia się w wieku 13,5 lat w mieście i 14,5 lat na wsi. Wykazuje ona związek z porami roku — na wsi czerwiec-lipiec, w mieście grudzień-styczeń. Cykle owulacyjne nie wykazują początkowo zgodności z menstruacją. (w czasie menarchy występują one u około 6% dziewcząt, po roku od menarchy u około 18% dziewcząt, a po 2 latach u około 60%). Niektórzy wyrażają pogląd, że menarcha zazwyczaj pojawia się w okresie,

gdy ciężar ciała dochodzi do około 48 - 50 kg. W fazie zwolnionego rozwoju ma miejsce dostrajanie się do funkcji jajników przejawiające się regularnym występowaniem menstruacji. Pierś cechuje w tym czasie nagromadzenie tkanki tłuszczowej, otoczka staje się szeroka i wyraźnie pigmentowana. Ma miejsce dalszy rozwój bioder, barków i wydłużanie tułowia. Faza dorastania zaczyna się w końcu 16 roku życia i kończy się w 18 roku. Dziewczęta uzyskują w tym okresie typową dla kobiet budowę ciała. W końcu tej fazy stwierdza się w piersi obecność tkanki gruczołowej, otoczka ciemnieje i ulega spłaszczeniu. Menstruacje są regularne.

Menarcha. Na genetyczne zdeterminowanie tempa rozwoju biologicznego pewne światło rzuca menarcha u dziewcząt. Stwierdzono bowiem, że istnieje duża korelacja między porą roku i wiekiem występowania menarchy córek i matek. Także duże podobieństwa wykazują takie cechy okresu miesięcznego matek i córek, jak długość cyklu, bolesność oraz liczba dni krwawienia. Oprócz tego wykryto związek pory dojrzewania z porą urodzenia. Oczywiście znaczny jest wpływ na menarchę licznych czynników środowiskowych. Wcześniejsza jest więc menarcha u dziewcząt miejskich niż wiejskich. Dziewczęta miejskie częściej dojrzewają zimą, wiejskie raczej w lecie. Wcześniejsza jest menarcha u dziewcząt endomorficznych, zwłaszcza otyłych. Duży wpływ na menarchę posiada właściwe odżywianie, bowiem spożycie dużej ilości białka zwierzęcego przyspiesza dojrzewanie. Pewien, lecz nie tak znaczny związek jaki niegdyś przypisywano wykazuje menarcha z klimatem. Umiarkowany klimat śródziemnomorski sprzyja wczesnej menarsze, zaś w klimatach chłodnych i gorących uwidacznia się opóźnianie menarchy.

Okres menarchy w Polsce wykazuje w ciągu stulecia znaczne przyspieszenie, co ilustruje niżej przytoczone procentowe zestawienie wieku występowania menarchy (za J. Bogdanowiczem).

Autor danych	Wiek dziewcząt		
	do 13 lat	13 - 15 lat	15 lat
Tyrchowski (1876)	5,0	41,7	53,3
Miklaszewski (1912)	9,7	50,7	40,1
Śliwińska (1936)	32,0	57,0	11,0
Bogdanowicz (1948)	30,0	65,0	5,0

Ocena stadiów dojrzewania płciowego. Metody oceny dojrzewania płciowego sprowadzają się w morfologii do obserwacji cech somatoskopowych i somatometrycznych. Ocena somatoskopowa wymaga stosowania odpowiednich skal oraz metod oceny kompleksowej wszystkich rozpatrywanych drugorzędnych cech płciowych. Metodę taką przedstawili m.in. S. Pavilonis, E. Andriulis i G. Česnys (1974). Każda cecha podlegająca ocenie dzielona jest na stadia oceniane w stopniach. Liczba stopni wynosi zawsze od 0 do 12, zaś rozwój cechy może przechodzić przez 2 do 5 stadiów. Ilustruje to następujące zestawienie.

Liczba stadiów rozwoju cechy	Stadium nr	Ocena stadium w stopniach
5	1	0
	2	3
	3	6
	4	9
	5	12
4	1	0
	2	4
	3	8
	4	12
3	1	0
	2	6
	3	12
2	1	0
	2	12

Stadia dojrzałości płciowej chłopców ocenia się następująco:

Jądra (objętość w cm^3)

	Lewe		Prawe
1	do 5	0°	do 4,9
2	6,0 - 11,9	3°	5,0 - 9,9
3	12,0 - 17,9	6°	10,0 - 14,9
4	18,0 - 23,9	9°	15,0 19,9
5	24,0 powyżej	12°	20,0 powyżej

Prącie (wymiary w cm)

	Długość		Średnica
1	do 4,50	0°	do 1,8
2	4,51 - 5,50	3°	1,81 - 2,10
3	5,51 - 6,50	6°	2,11 - 2,40
4	6,51 - 7,50	9°	2,41 - 2,70
5	7,51 powyżej	12°	2,71 powyżej

Moszna (*scrotum*)

	Pigmentacje			
		1	brak	0°
		2	różowa	4°
		3	początek ciemnienia	8°
		4	ciemna	12°

	Forma		Pofałdowanie
1	krótka	0°	słabe
2	swobodna	6°	średnie
3	zwisająca	12°	znaczne

Polucja

1	brak	0°
2	jest	12°

Brodawka piersiowa

	Forma		Pigmentacja otoczki		Forma otoczki
1	mała, płaska	0°	brak	0°	płaska
3	wystająca	6°	dostrzegalna	6°	wystająca
2	znaczna	12°	ciemna	12°	przypłaszczona. pofałdowana

Granica włosów na czole

1 łukowata 0°
2 z klinowatymi wcięciami bocznymi 12°

Broda

1 brak	0°
2 oddzielne włosy na górnej wardze	6°
3 owłosienie wargi i podbródka	12°

Owłosienie ciała

1 dziecięce małe włosy	0°
2 zaczątki owłosienia tylnych powierzchni goleni i uda	6°
3 znaczne owłosienie kończyn i klatki piersiowej	12°

Owłosienie pachowe

1 brak	0°
2 pojedyncze, małe, jasne włosy	4°
3 skręcone włosy ciemniejsze	8°
4 gęste, skręcone, silnie pigmentowane	12°

Owłosienie łonowe

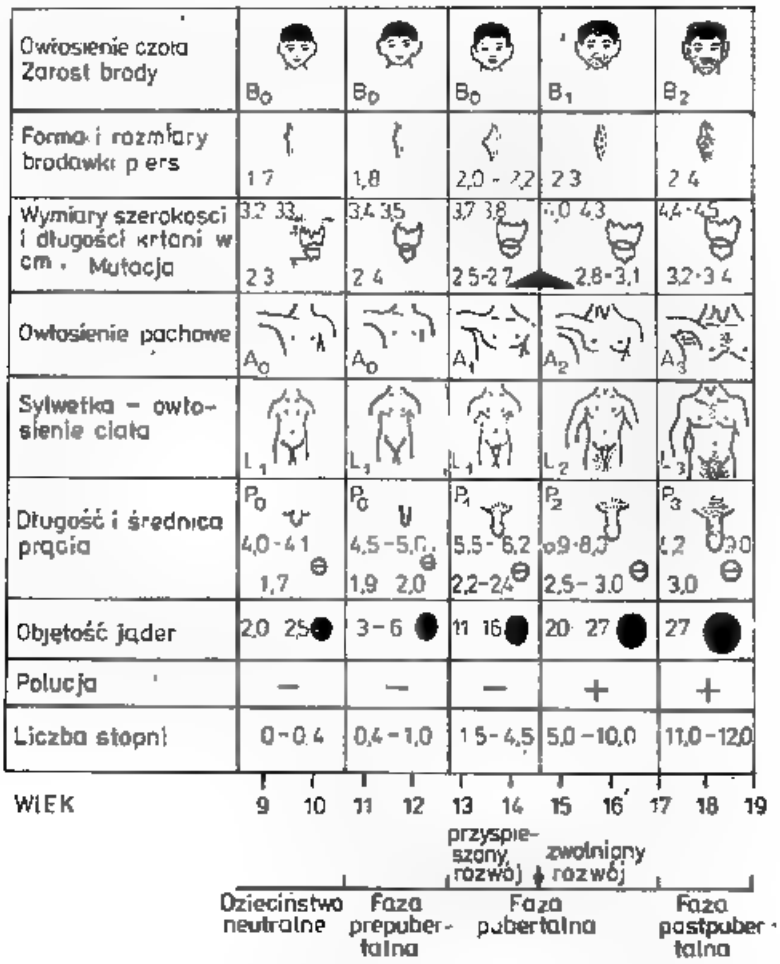
1 brak	0°
2 pojedyncze, proste, krótkie	4°
3 długie, liczne, skręcone	8°
4 gęste, silnie skręcone, dochodzące do pępka	12°

Krtań (rozmiary w mm)

	Wysokość		Szerokość
1	do 26	0°	do 37
2	27 - 30	6°	38 - 42
3	31 powyżej	12°	43 powyżej

Głos

1 dziecięcy	0°
2 mutujący	6°
3 męski	12°



Ryc. 4.1.12. Etapy i chronologia dojrzewania chłopców

Badania objętości jąder dokonuje się drogą palpacji i porównań ze standardami. Długość prącia mierzy się od nasady (*radix penis*) w temperaturze nie niższej niż 22°C, zaś średnicę przy nasadzie w płaszczyźnie horyzontalnej. Wysokość krtani mierzy się od wcięcia tarczowego górnego do dolnej krawędzi chrząstki pierścieniowatej, szerokość – na bocznych krawędziach chrząstki tarczowatej. Gdy oceny dodokonuje się na mniejszej liczbie cech, wylicza się z uzyskanych stopni średnią. W przypadku pełnej oceny sumuje się stopnie wszystkich cech i dzieli sumę przez liczbę cech – dla chłopców równą 12. Następnie porównuje się uzyskany wynik ze skalą przedstawioną na rycinie (liczba stopni).

Stadia dojrzałości płciowej dziewcząt ocenia się następująco:

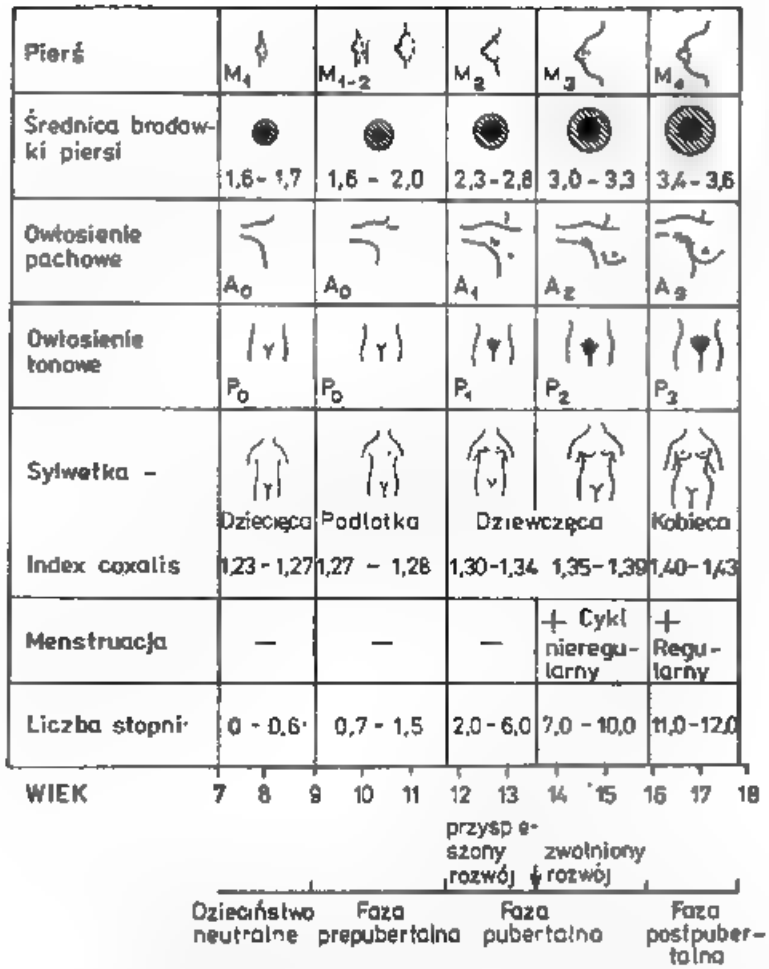
Owłosienie pachowe — jak u chłopców

Menarcha

1	brak	0°
2	jest	12°

Pierś

1	*Mamma pueritas* (brak lub słabe uwypuklenie)	0°
2	*Areolomamma* (pączek piersiowy)	4°
3	*Mamma areolata* (pierś otoczkowa)	8°
4	*Mamma papillata*	12°



Ryc. 4.1.13. Etapy i chronologia dojrzewania dziewcząt. *Index coxalis* – stosunek obwodu bioder w cm do obwodu w pasie w cm

Owłosienie łonowe

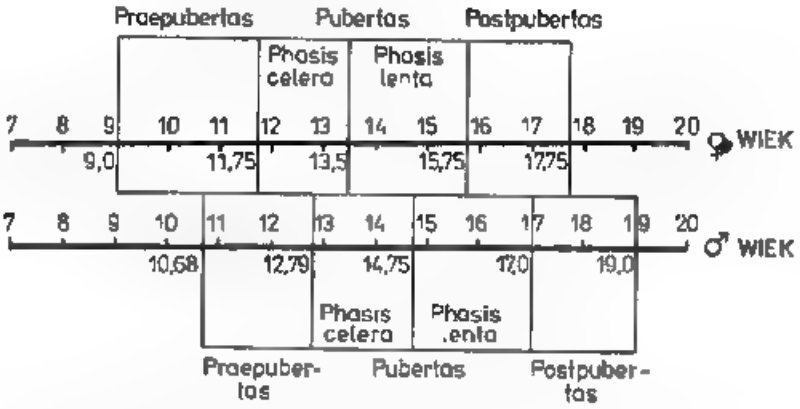
1	brak	0°
2	pojedyncze, proste, rzadkie włoski	4°
3	bardziej gęste, skręcone, ciemniejsze	8°
4	gęste, ciemne, skręcone, ostra górna granica	12°

Na podstawie czasu pojawiania się drugorzędnych cech płciowych można różnicować typy dojrzewania, można sądzić o akceleracji tego procesu, która jest typowa dla osobników o budowie endomorficznej, bądź o retardacji dojrzewania pojawiającej się najczęściej u osobników o budowie ektomorficznej.

Synchronizacja dojrzewania ma miejsce wówczas, gdy odpowiedniemu stanowi rozwoju drugorzędnych cech płciowych towarzyszą oznaki dojrzałości funkcjonalnej — polucje i cykle menstruacyjne. Brak synchronizacji, a więc rozwój drugorzędnych cech płciowych bez oznak dojrzewania i odwrotnie — oznaki dojrzewania bez odpowiedniego rozwoju drugorzędnych cech płciowych oraz wysokości i ciężaru ciała, stanowią przejawy dysharmonii procesu dojrzewania. Można zatem wyróżnić różne formy dojrzewania:

1. Synchronizacja dojrzewania cech somatycznych wysokości i ciężaru ciała z dojrzewaniem płciowym (w przedziale wieku odpowiednim dla danej populacji);

2. Akceleracja rozmiarów ciała np. $\bar{x}+1S$ i więcej z opóźnieniem dojrzałości (deceleracja) np. w przedziale -1 do $-3S$;



Ryc. 4.1.14. Różnice chronologii dojrzewania płciowego chłopców i dziewcząt

3. Akceleracja dojrzałości płciowej $\bar{x}+1S$ i więcej z opóźnieniem (deceleracją) w stosunku do norm dla danego wieku rozwoju cech somatycznych - wysokości i ciężaru ciała w przedziale -1 do $-3S$;

4. Harmonijna akceleracja dojrzewania, gdy zarówno wyższe są rozmiary ciała, jak i wcześniejsze jest dojrzewanie płciowe osobnika w przedziale powyżej $+1S$ w stosunku do danych dla populacji, z której pochodzi osobnik.

W końcowej fazie okresu dojrzewania zwiększa się wytrzymałość i odporność na zmęczenie wysiłkiem fizycznym, szybciej przebiega neutralizacja kwasu mlekowego w mięśniach, zwiększa się pojemność tlenowa krwi, pojemność serca, pojemność życiowa płuc, co warunkuje podwyższenie ciśnienia skurczowego krwi i zwolnienie tętna.

Rozpiętość wieku wchodzenia dzieci w okres dojrzewania wynosi około 3 - 4 lat. Dzieci w równym wieku chronologicznym mogą znajdować się w różnym wieku biologicznym, co odbija się często na rozwoju sprawności fizycznej i umysłowej. Związek między rozwojem biologicznym a sprawnością umysłową i fizyczną może na tym tle wywoływać komplikacje w nauce. Niestety dotychczas na ogół różnice te nie są brane pod uwagę w praktyce szkolnej. Niezrozumienie i brak znajomości różnic indywidualnych rozwoju biologicznego i jego związku z rozwojem sprawności umysłowej i fizycznej często może prowadzić do nieodwracalnych zaburzeń harmonii rozwoju dzieci. Nauczyciele nieświadomi są bowiem tego jak należy sobie radzić z tymi różnicami. Często więc faworyzowane są dzieci wchodzące wcześniej w okres dojrzewania, bowiem one na ogół są bardziej zdolne w tym okresie od późno dojrzewających. Może to wywierać trwały wpływ na cechy charakteru i osobowości. Zadaniem pedagogów winna być większa troska i uspokajanie późno dojrzewających oraz wyrabianie w nich słusznego przekonania, że pod względem sprawności umysłowej i fizycznej nie będą się jako dorośli różnili od wcześniej dojrzewających.

5. Okres młodzieńczy

Trwa on od uzyskania dojrzałości płciowej do całkowitego ustania wzrastania wzwyż i ustalenia się wysokości ciała. Trwa to u kobiet przeciętnie do 18 - 20 roku życia, u mężczyzn do 20 - 23 roku. W tym okresie ma miejsce dorastanie organizmu (wy-

sokości liniowej ciała) głównie dzięki wzrastaniu tułowia. Ostatecznie kształtują się wymiary głowy oraz większości narządów wewnętrznych. Następuje zakończenie procesów rozwojowych kości, np. na czaszce kostnieje chrząstkozrost klinowo-potyliczny, następuje całkowite zespolenie się nasad z trzonami kości długich. W tym okresie wyraźne są przyrosty ciężaru ciała.

6. Okres wieku dorosłego

Trwa od ustalenia wysokości ciała do wystąpienia pierwszych objawów starzenia się' pojawienie się których wykazuje wahanie indywidualne. Okres ten trwa przeciętnie u kobiet do 30 - 35 roku życia, u mężczyzn do 35 - 40. Wydolność biologiczna ustroju jest największa. Pierwsza dekada procesu inwolucyjnego występuje między 30 - 40 rokiem i przejawia się głównie zmianami wstecznymi w stawach. Zmiany te przy odpowiednim, ruchliwym trybie życia mogą być przesunięte na dalsze dekady. Zaznaczone są pierwsze objawy zarastania szwów czaszkowych oraz starcia żujących powierzchni koron zębów.

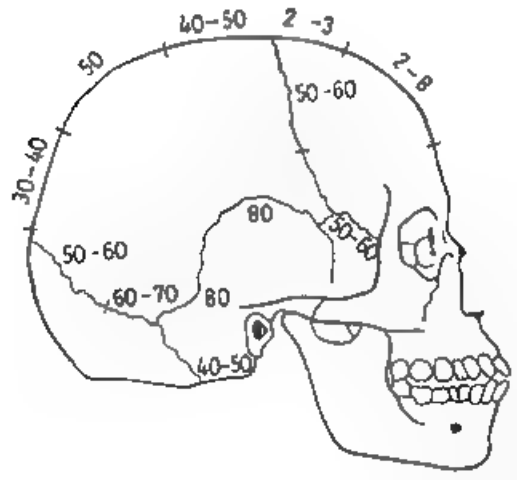
7. Okres wieku dojrzałego

Trwa on u kobiet do zakończenia funkcji gruczołów płciowych (*climax*), u obu płci do około 50 - 60 roku życia. W tym okresie widoczne są zmiany inwolucyjne wypadanie, siwienie włosów, silne zarastanie szwów czaszkowych, ścieranie koron zębów, odkładanie tkanki tłuszczowej, uwstecznienie zdolności akomodacyjnych oczu.

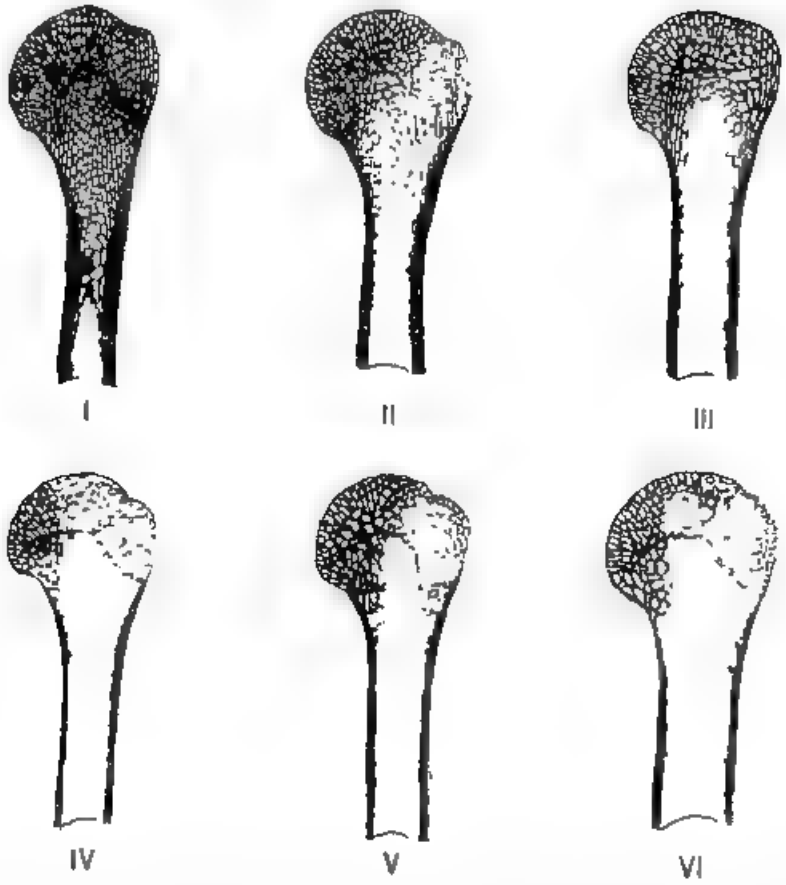
8. Okres starości

Dzieli się on na trzy podokresy:

a) podokres pierwszy, w którym zmiany wsteczne są wyraźnie zaznaczone, trwa on do około 65 - 70 roku życia;



Ryc. 4.1.15. Wiek zarastania różnych odcinków szwów czaszkowych



Ryc. 4.1.16. Zmiany z wiekiem utkania gąbczastego nasady bliższej kości ramiennej: I - II *Adultus*, III - IV *Maturus*, V - VI *Senilis*

b) podokres drugi — zmiany są bardzo wyraźne, skóra jest zwiotczała, a także są zwiotczałe więzadła i mięśnie, ma miejsce uwstecznienie funkcji zmysłów. Podokres ten trwa do około 80 roku życia;

c) podokres trzeci — po 80 roku życia charakteryzuje zanikanie różnic płciowych i konstytucyjnych, następuje ponowne wychudzenie ciała.

Wymienione i pokrótce opisane okresy rozwojowe można określać na podstawie szkieletu ludzkiego. Metody takiego postępowania znajdują szerokie zastosowanie w antropologii historycznej opisującej między innymi stan i przemiany biologiczno-demograficzne zachodzące w dawniej żyjących populacjach czy w medycynie sądowej przy określaniu wieku zeszkieletowanych zwłok. Określenie wieku polega wówczas na ocenie stopnia zarastania poszczególnych odcinków szwów czaszkowych: wieńcowego, strzałkowego i węgłowego, następnie na ocenie stopnia starcia żujących powierzchni koron zębów oraz wydłużania się z wiekiem w kierunku nasad bliższych jam szpikowych (w wyniku zanikania istoty gąbczastej) kości ramiennych bądź udowych. U osobników młodszych bardzo pomocne są oceny wyrzynania się zębów mlecznych i stałych. Inne metody, jak np. ocena zmian morfologii zębów dokonywana na szlifach zębowych, są w praktyce stosowane wówczas, gdy istnieją trudności określania wieku wymienionymi wyżej sposobami. Wyróżnia się dla powyższych praktyk następujące kategorie wieku:

Infans I — wczesny wiek dziecięcy,

Infans II — późny wiek dziecięcy,

Ryc. 4.1.17. Zmiany z wiekiem utkania gąbczastego nasady bliższej kości udowej: I - II *Adultus*, III - IV *Maturus*, V - VI *Senilis*

Juvenis — wiek młodzieńczy,
Adultus — wiek dorosły,
Maturus — wiek dojrzały,
Senilis — wiek starczy.

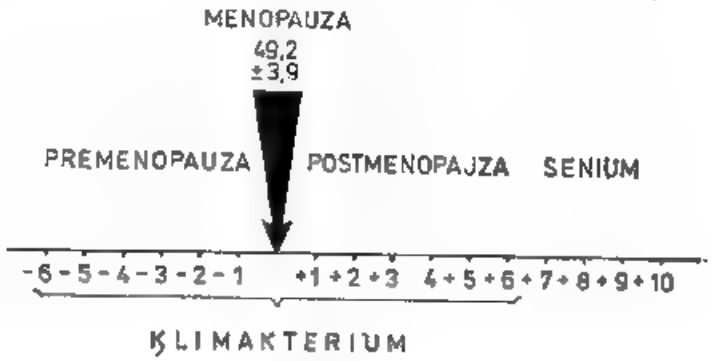
Zmiany morfologiczne w procesie starzenia. Oprócz uprzednio wymienionych podokresów wieku starczego, niektórzy badacze wydzielili na podstawie zmian stanu cech skóry, paznokci, oczu, słuchu 3 podokresy w procesie starzenia.

— przedstarości trwający między 45 a 59 rokiem życia,
— starości trwający przeciętnie między 60 a 74 rokiem,
sędziwości, którego początek przypada na 75 rok życia.

Człowiek zalicza się do ssaków długożyjących. Przeciętne dożywania są dziś zazwyczaj dość wysokie i wynoszą ponad 70 lat. Na podstawie długości trwania okresu intensywnego rozwoju ustroju przypuszcza się, że długość życia można teoretycznie przedłużyć w przyszłości do około 130 lat. W przeszłości, zwłaszcza w pradziejach i w minionych okresach historycznych, a nawet jeszcze w XIX wieku, przeciętne te były bardzo niskie. W pradziejach wynosiły one dla mężczyzn niewiele ponad 35 lat, a dla kobiet około 30 lat, gdy jeszcze w wieku XIX w wielu krajach

europejskich około 35 lat dla mężczyzn i 40 dla kobiet. Niższe przeciętne długości życia kobiet w pradziejach były najczęściej wynikiem śmiertelności okołoporodowej. To szczególne wydłużenie życia w ostatnim stuleciu wiąże się m.in. z opanowaniem chorób zakaźnych i śmiertelności noworodków. Gerontologia wskazuje, że bezczynność, nadwaga stanowią przyczynę wcześniejszego starzenia się i śmierci, toteż ważną rolę w przedłużeniu życia ma ergoterapia. Z tych względów coraz częściej podnosi się konieczność stopniowego przechodzenia ludzi w stan spoczynku emerytalnego przez stopniowe zmniejszanie czasu pracy. Nagłe przejście w stan spoczynku zawodowego bywa często przyczyną załamań psycho-fizycznych i pogorszenia stanu zdrowia, wywołanymi poczuciem braku społecznej przydatności. Szybkość procesu starzenia związana jest z czynnikami endogennymi (konstytucja, płeć, rasa) i egzogennymi. **Biologia konstytucjonalna** pozwala obecnie na wydzielenie takich okresów życia, które dla ludzi o określonych właściwościach morfologicznych i fizjologicznych stanowią szczególną podatność na niekorzystne wpływy ze strony środowiska. Biologia konstytucjonalna nabiera więc szczególnego znaczenia w kierowaniu rozwojem biologicznym człowieka i w ochronie jego zdrowia.

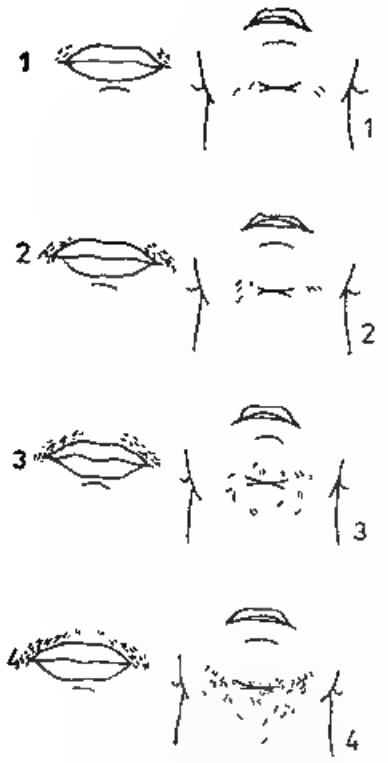
Zmiany involucyjne u człowieka przejawiają się regresem masy tkanek, które wywołuje przewaga procesów katabolicznych nad procesami anabolicznymi. Innym czynnikiem jest odkładanie się niektórych substancji w komórkach lub w ścianach naczyń krwionośnych. Ważną rolę w przebiegu procesów starzenia odgrywają różnorodne uszkodzenia struktur morfologicznych i funkcjonalnych przez czynniki środowiska zewnętrznego związane głównie z trybem życia (dieta, aktywność fizyczna) i klimatem. Tempo przemian involucyjnych podobnie jak wzrastania i dojrzewania posiada determinację genetyczną. Przekwitanie u kobiet jest wcześniejsze niż u mężczyzn i nazwane jest okresem klimakteryjnym. Klimakterium trwa około 7 - 8 lat i kończy się ustaniem miesiączkowania około 50 roku życia, czyli menopauzą. Według W. Michałkiewicza w klimakterium można wydzielić około 6-letnią fazę przed-



Ryc. 4.1.18. Podział klimakterium i wiek menopauzy kobiet polskich

menopauzalną (premenopauza) i również 6-letnią pomenopauzalną (postmenopauza), po której rozpoczyna się senium. Główną przyczyną klimakterium jest starzenie się jajników. W okresie klimakterium pojawia się u kobiet stopniowo zarost twarzy oceniany w stopniach:

1° — pojedyncze włosy na bocznych brzegach wargi górnej i na podbródku,
2° - liczniejsze włosy występujące na podbródku w formie nieregularnej,

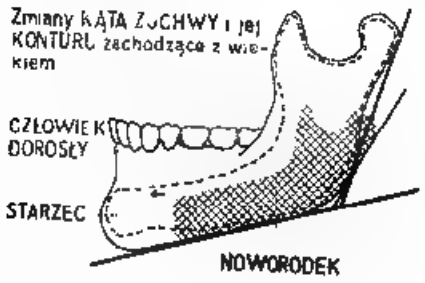


Ryc. 4.1.19. Stopnie rozwoju owłosienia twarzy kobiet po klimakterium

3° — zarost wargi górnej i brody zbliża się do linii strzałkowej,
4° — owłosienie całej wargi i brody (dojście do linii strzałkowej).

Granica wieku menopauzy kobiet wykazuje pewną tendencję do przesuwania się w górę, co można stwierdzić badając jej zmienność międzypokoleniową w czasie. Obecnie dla krajów europejskich wynosi ona około 50 lat (45 - 55 rok życia) i np. we Francji, RFN i NRD jest oceniana na 51,4 lata. W Polsce zaś według J. Barona (1968) wynosi ona 49,2 ±3,9 lat. Na czas menopauzy mogą wywierać wpływ takie czynniki, jak klimat, konstytucja i rasa, lecz zagadnienie to nie jest dotychczas dobrze poznane. Kobiety krajów skandynawskich cechuje późniejszy wiek menopauzy niż kobiety krajów śródziemnomorskich, u których wcześniejsza jest również menarcha.

Zmniejszenie wysokości ciała ma miejsce już po 40 roku życia o około 3%. Do 65 roku przeciętnie wysokość ta obniża się o około 4 cm, lecz u osobników wysokich proces ten zaznacza się bardziej niż u niskich. Zmiany wysokości ciała wiążą się z pogłębianiem krzywizny piersiowej kręgosłupa, ze spłaszczeniem trzonów kręgowych i chrząstek międzykręgowych, przez co tułów skraca się i wobec spadku napięcia mięśni i opuszczenia żeber przybiera w końcu kształt litery C. W tym okresie zagłębia się bardziej głowa kości udowej w panewce biodrowej, zmniejsza się kąt szyjkowo-trzonowy kości udowej, co wpływa na zmniejszenie się wysokości ciała. Wolniej niż tułów zmniejszają się kończyny i czaszka z wyjątkiem wysokości twarzy (zanik wyrostków zębodołowych szczęki i żuchwy) i zaznacza się to dopiero od około 65 roku życia. Wyróżnia się przedstarczą i starczą osteoporozę kości (zrzeszotnienie). Zaznacza się w nich zanik istoty korowej, wydłużenie się jam szpikowych. Be-

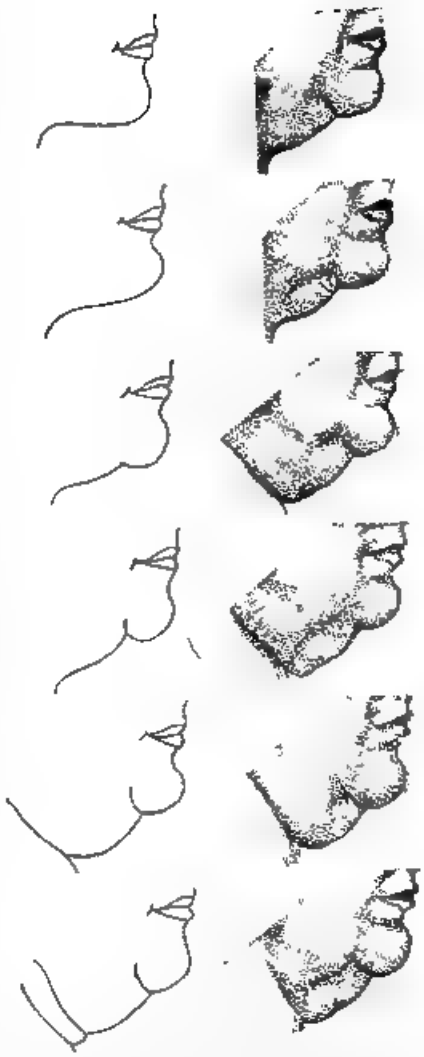


Ryc. 4.1.20. Zmiany morfologii zuchwy z wiekiem

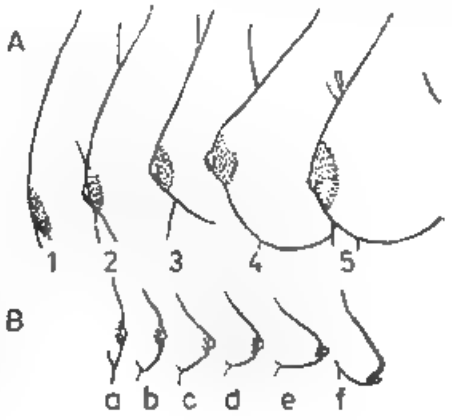
leczki kostne o mniejszym obciążeniu czynnościowym zanikają, lecz układ o zasadniczym znaczeniu czynnościowym ulega zgrubieniu. Zmniejsza się czynność osteoblastów. Ciężar sklepienia czaszki osobników dorosłych wynosi około 1776 g, gdy u starców tylko 1583 g, zaś obojczyków u dorosłych 141 g, a u starców 127 g.

Do 90 roku życia istota korowa kości ulega zcieńczeniu u mężczyzn o około 10%, u kobiet do około 15 - 20%.

Mniejsze są różnice ciężaru kości dorosłych w stosunku do starców u mężczyzn niż u kobiet. Do momentu zarośnięcia szwów czaszkowych z wiekiem powiększa się obwód głowy, jej szerokość, szerokość twarzy i żuchwy, zanika zaś wyrostek zębodołowy szczęki i żuchwy. Zmiany zachodzące w procesie starzenia doprowadzają do zmniejszenia się szerokości barków, mimo zwiększenia się długości obojczyków i zwiększania szerokości miednicy. Obwód w pasie zwiększa się między 20 a 60 rokiem życia przeciętnie o 13 cm, a już do 29 roku o 4 cm. Pierwsze oznaki zmian wstecznych dotyczą stawów w formie np. procesów gośćcowych upośledzając siłę i precyzję ruchów oraz w formie zmian metabolicznych uzewnętrzniających się w powiększaniu tkanki tłuszczowej i ciężaru ciała, czemu sprzyja zwłaszcza siedzący tryb życia. Z wiekiem tkanka tłuszczowa ulega także charakterystycznemu przemieszczaniu np. z policzków na dolne części twarzy, podbródek i szyję, zaś otłuszczone za młodu okolice łuków jarzmowych ulegają wychudzeniu. Podobne zjawisko dotyczy również klatki piersiowej, brzucha i bioder (silniejsze z wiekiem otłuszczenie brzucha i bioder, ubytek tkanki tłuszczowej na klatce piersiowej i udach). Doprowadza to do zwiększania obwodu brzucha i bioder. W drugim, a zwłaszcza trzecim okresie starości następuje stopniowa utrata tkanki tłuszczowej i zmniejszanie się ciężaru ciała. Przypadający na okres wieku dorosłego szczyt siły mięściowej ulega załamaniu w 4 dekadzie życia, lecz proces ten nie jest jednakowy w różnych grupach mięśni, np. do okresu starości siła mięśnia dwubrzuścowego zmniejsza się o 35 - 40%, zaś mięśni dłoni tylko o 20 - 25% w stosunku do wartości maksymalnej. Do 90 roku życia masa mięśni zmniejsza się o około 30%. Wydłużaniu ulegają części ścięgniste



Ryc. 4.1.21. Zmiany z wiekiem otłuszczenia podbródka i szyi



Ryc. 4.1.22. Zmiany kształtu piersi z wiekiem (A) oraz różnice formy (B) u kobiet dorosłych (wg Wolańskiego)

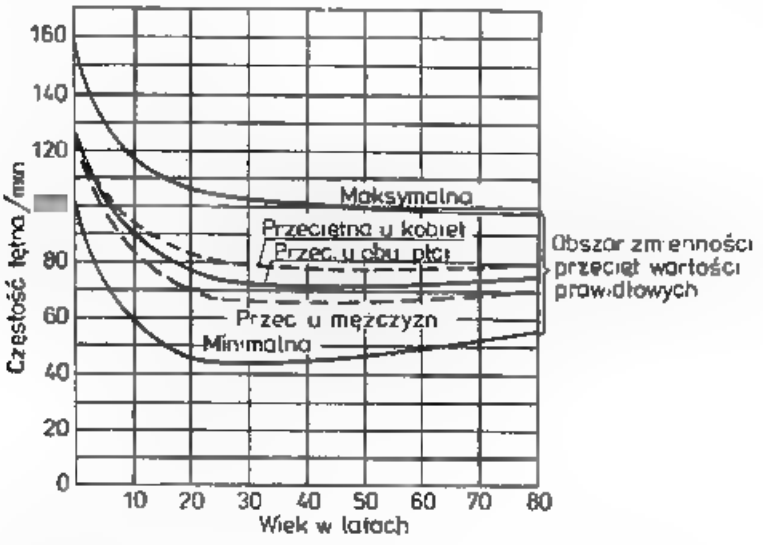
a — płaska, *b* — tarczowata, *c* — stożkowata, *d* — półkolista, *e* — gruszkowata, *f* — wisząca; *1 - 5* - rozwój piersi z wiekiem

Tabela 4.1.2. Wartości średnie ciężaru mózgu, serca, wątroby i nerki oraz długości ciała mężczyzn i kobiet poznańskich w dziesięcioletnich grupach wieku (wg J. Strzałko)

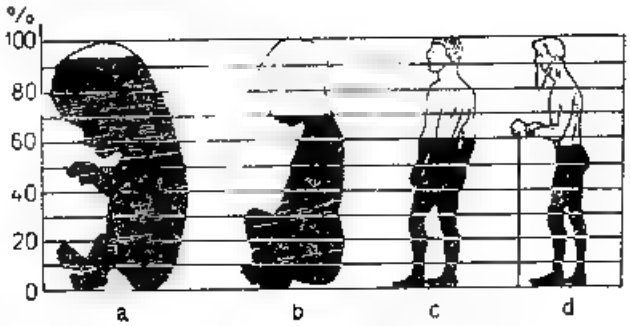
	20 - 29 lat	30 - 39 lat	40 - 49 lat	50 - 59 lat	powyżej 60 lat
			Mężczyźni		
Ciężar mózgu w g	1431,8	1432,5	1404,7	1416,6	1373,1
Ciężar serca w g	340,1	346,3	372,4	375,6	381,0
Ciężar wątroby w g	1550,9	1607,0	1688,1	1522,5	1489,0
Ciężar nerki w g	146,4	149,4	151,5	148,1	144,8
Długość ciała w cm	169,8	169,9	163,7	166,6	166,5
			Kobiety		
Ciężar mózgu w g	1319,0	1286,0	1310,5	1280,0	1267,5
Ciężar serca w g	279,5	279,1	318,3	328,3	335,7
Ciężar wątroby w g	1441,5	1502,5	1545,5	1509,5	1423,5
Ciężar nerki w g	138,3	134,1	134,1	121,1	112,1
Długość ciała w cm	158,8	159,6	158,8	155,8	155,4

kosztem zmniejszających się części mięśniowych. Z upływem lat naskórek staje się cieńszy, zaś leżące pod nim brodawki łącznotkankowe wykazują znaczny ubytek liczbowy. W 70 roku życia ich liczba jest mała, a naskórek układa się w liczne fałdy. Piersi kobiet z naprężonych stają się opadające, a w końcu wiszące. Z wiekiem cieńsze stają się włókna kolagenowe, twardnieje substancja kitowa, zmniejsza się grubość włókien mięśniowych, następuje ubytek tkanki ścięgnistej, a w tkance gruczołowej rozprzestrzenia się substancja kolagenowa.

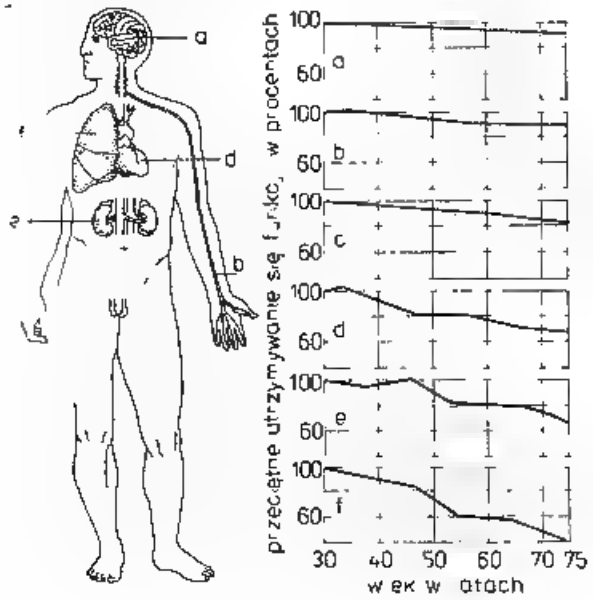
Obumieranie elementów kurczliwych tkanki mięśniowej przebiega prawie równolegle ze zmianami morfologicznymi nerwów obwodowych. Co się tyczy mózgowia, to jego ciężar między 60 a 90 rokiem życia zmniejsza się o około 200 g. Największy ciężar mokrej masy mózgu przypada na wiek 20 - 25 lat u mężczyzn i 15 - 25 lat



Ryc. 4.1.23. Zmiany częstości tętna w zależności od wieku

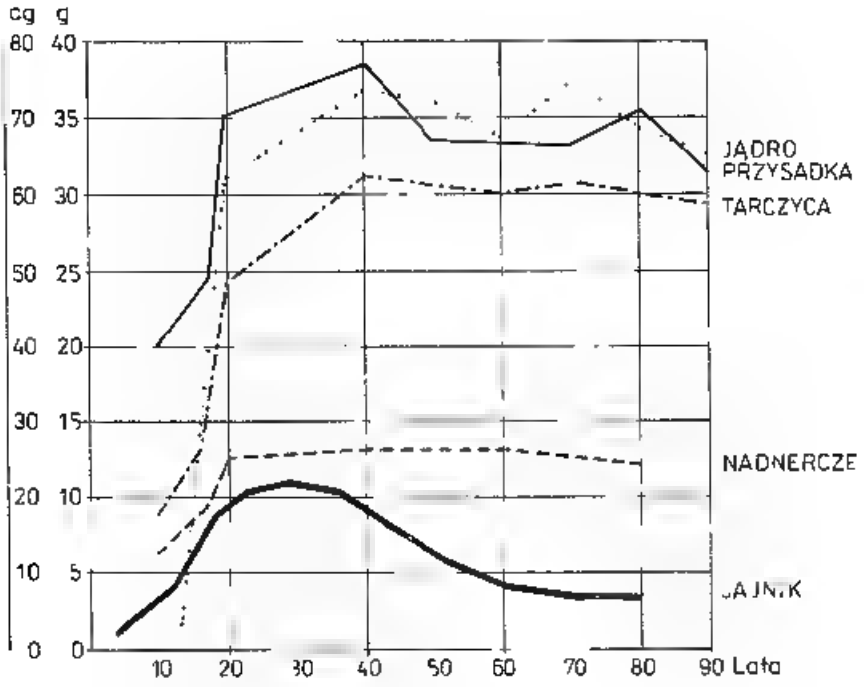


Ryc. 4.1.24. Zawartość wody w ciele człowieka (wg Kalina): a – płód trzymiesięczny (94%), b – noworodek (69%), c – dorosły (62%), d – starzec (58%)



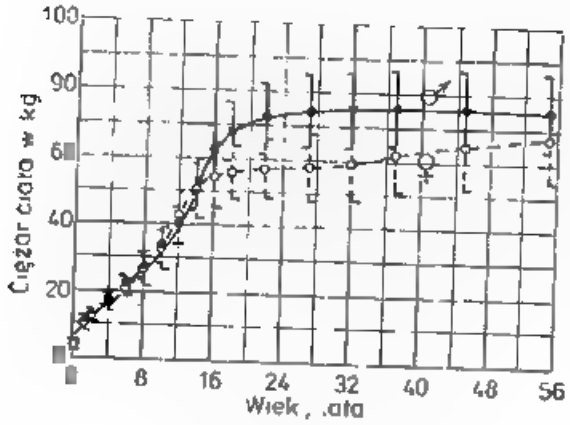
Ryc. 4.1.25. Spadek funkcji niektórych organów i narządów z wiekiem od 30 do 75 roku życia w procentach (wg Leafa)

a – ciężar mózgu, *b* – szybkość przewodzenia nerwowego, *c* – metabolizm podstawowy, *d* – spoczynkowa wydajność pracy serca, *e* – współczynnik filtracji nerek, *f* – pojemność oddechowa

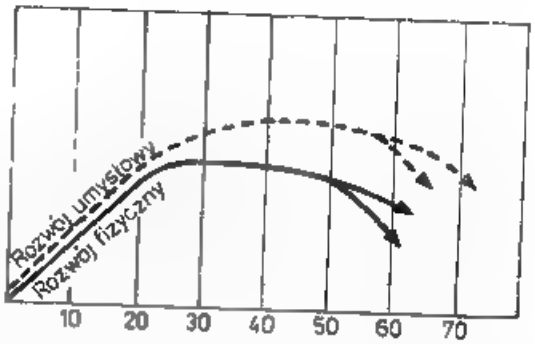


Ryc. 4.1.26. Zmienność ciężaru różnych gruczołów dokrewnych w zależności od wieku (wg Rossle i Rouleta)

u kobiet, zaś ciężar suchej masy jest największy około 35 roku życia. Do 80 roku życia ciężar mokrej masy mózgu zmniejsza się o około 15%, zaś suchej masy o około 20%. Jednocześnie ulega zwiększeniu przestrzeń między mózgiem a czaszką oraz powiększają się komory mózgu. Swoiste komórki nerwowe ulegają zanikowi. Podobne procesy dotyczą wielu innych układów i narządów — z wiekiem zmniejsza się wielkość i ciężar oraz funkcje przysadki, tarczycy, jąder, macicy, wątroby, mięśnia sercowego. Do późnej starości zachowują aktywność nieliczne gruczoły wydzielania



Ryc 4.1.27. Zmienność ciężaru ciała z wiekiem



Ryc. 4.1.28. Przebieg rozwoju umysłowego i fizycznego w ciągu życia (wg Johansena)

wewnętrznego — czynna jest np. do późnej starości część korowa nadnerczy. Powyższe procesy dotyczą również układu oddechowego, bowiem już przeciętnie od około 25 roku życia zmniejsza się stopniowo pojemność życiowa płuc do około 45%, do 65 roku u mężczyzn niskich o około 200 ml, u średniorosłych o około 900 ml i wysokich o około 1000 ml. Jednocześnie maleje sprawność narządów zmysłów, ostrości słuchu, powonienia (maleje o ponad połowę liczba kubków smakowych) i wzroku (zmiany w rogówce, siatkówce i soczewce). Dobrym miernikiem procesów starzenia ustroju jest dynamika procesów miażdżycowych naczyń krwionośnych, głównie aorty i tętnic wieńcowych oraz mózgowych, przejawiająca się stwardnieniem i zmniejszeniem światła tych naczyń. Opisane zmiany prowadzą do osłabienia odporności fizycznej, do przewlekłych dolegliwości i chorób, zmniejszając wydolność psychofizyczną, powodując zmiany postawy, chodu, mimiki (powiększa się długość i szerokość nosa, wydłuża się ucho, zwężają wargi). Niektóre różnice dymorficzne (np. w owłosieniu) ulegają zacieraniu. Sprawność fizyczna u mężczyzn jest zazwyczaj nieco bardziej upośledzona niż u kobiet.

Rozdział drugi

Zmiany proporcji budowy ciała w rozwoju pourodzeniowym

Wysokość i ciężar ciała

Wraz z wiekiem powiększa się w okresie rozwoju progresywnego wysokość i ciężar ciała. Przyrosty te nie są jednak w czasie jednakowe. W niektórych okresach rozwoju wykazują one zwolnienie bądź przyspieszenie. Oprócz tego wielkości przyrostów wysokości i ciężaru ciała nie są jednakowe, bowiem wzrastanie tych cech nie przebiega w czasie równomiernie. Z powyższych względów niektórzy badacze wyodrębniają i przeciwstawiają sobie okresy intensywnego wzrastania wysokości ciała — okresy bujania, oraz okresy zwolnionego wzrastania wysokości z jednoczesnym zwiększaniem ciężaru ciała — okresy pełnienia. W tak zwanych okresach bujania organizmu szybko wzrastają liniowe wymiary ciała (np. długość kończyn, tułowia, głowy z szyją), na odwrót zaś w okresach pełnienia, gdy liniowe wzrastanie jest powolne, szybkie jest wzrastanie wymiarów szerokościowych (szerokość barków, klatki piersiowej, bioder), grubości fałdów skórno tłuszczowych, co stanowi o wysokich przyrostach ciężaru ciała. Szczegółowsze badania wykazały jednak, że można raczej przeciwstawiać sobie okresy szybszego i wolniejszego wzrastania organizmu, bowiem wzrastanie cech długościowych i szerokościowych oraz ciężaru ciała przebiega względnie równolegle. Po okresie niemowlęcym pełnienie organizmu ma miejsce w zasadzie w ostatniej fazie okresu dojrzewania, kiedy to wymiary liniowe ulegają stabilizacji, natomiast przyrosty ciężaru ciała (rozrost mięśni i tkanki tłuszczowej) są wyraźne. Przyspieszone tempo wzrastania i rozwoju w pewnych okresach i zwolnione w innych nazywamy rytmem wzrastania. Przeciętna długość ciała noworodków w Polsce wynosi dla płci męskiej około 52 cm, a dla żeńskiej około 51 cm. Zaleca się jako dokładniejszy i bardziej bezpieczny dla noworodka pomiar

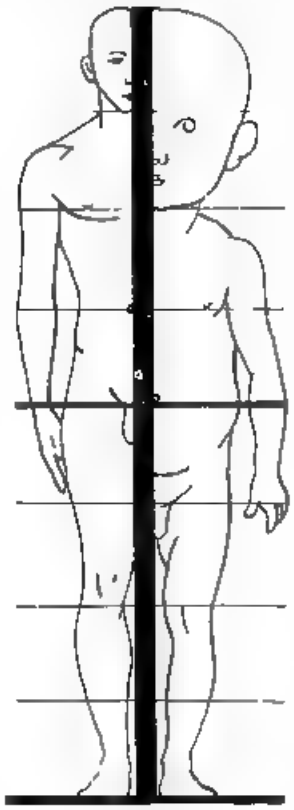
długości ciemieniowo-siedzeniowej (*Si*) wynoszący około 33 cm. Ciężar ciała noworodków polskich wynosi przeciętnie dla płci męskiej około 3,47 kg i dla żeńskiej około 3,29 kg. Wysokość ciała z wiekiem wykazuje następującą zmienność: podwojenie pierwotnej wartości ma miejsce około czwartego roku życia, a potrojenie w dwunastym roku życia osiągając wartość około 150 cm. Natomiast ciężar ciała ulega podwojeniu w wieku niemowlęcym z końcem czwartego miesiąca życia, a potrojeniu pod koniec pierwszego roku życia. Po tym okresie tempo przyrostów ciężaru ciała ulega zwolnieniu osiągając lekkie przyspieszenie około 7 - 8 roku życia i następnie wyraźnie wzrasta (podobnie jak wysokość ciała) w okresie pokwitania. Opisane zjawisko wykazuje pewien dymorfizm płciowy. Chłopcy w wieku trzech lat osiągają przeciętnie około 56% ostatecznej wartości wysokości ciała i 24% ciężaru ciała, natomiast dziewczęta w tym samym czasie osiągają około 59% wartości wysokości i 25% ostatecznego ciężaru ciała. Świadczy to o tym, że mimo niższych wartości bezwzględnych, dziewczęta są dalej zaawansowane w rozwoju niż chłopcy. Większe zaawansowanie rozwojowe dziewcząt w tym samym wieku niż chłopców przejawia się już u noworodków. W stosunku do wartości ostatecznych noworodki żeńskie są bowiem przeciętnie dłuższe i cięższe od noworodków męskich. Podobna sytuacja utrzymuje się we wszystkich następnych okresach rozwoju progresywnego. Pamiętać należy; że w popularnych ocenach rozwoju przyjętych w różnych sferach społeczeństwa głównym miernikiem poprawności tego procesu jest ciężar ciała, a dopiero drugim wysokość. Z naukowego punktu widzenia większą rolę odgrywa tu jednak wysokość ciała jako cecha bardziej stała, niemniej wiadomo, że dzieci o tej samej wysokości ciała są tym starsze biologicznie, im są one cięższe. Noworodki mniej zaawansowane rozwojowo w momencie przyjścia na świat wykazują w ciągu pierwszego roku życia wyższe wartości przyrostów długości i ciężaru ciała od noworodków bardziej zaawansowanych.

Do około 11 roku życia przeciętne bezwzględne wartości wysokości i ciężaru ciała wyższe są u chłopców niż u dziewcząt. W tym wieku następuje też zrównanie tych wartości u obu płci, a następnie w związku z szybszym dojrzewaniem dziewcząt wartości wysokości i ciężaru ciała są u nich przeciętnie większe. Różnice w wysokości ciała dochodzące przeciętnie do 1,5 cm utrzymują się do około 14 roku życia, po czym znów chłopcy stają się przeciętnie wyzsi od dziewcząt.

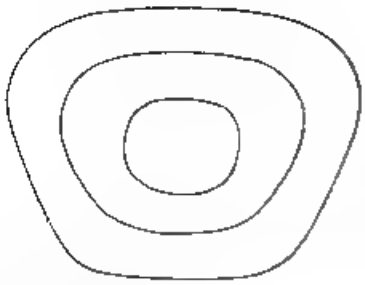
Szybkie wzrastanie organizmu w okresie życia wewnątrzmacicznego ilustruje fakt, że ciężar komórki jajowej wynosi ok. 0,04 mg w początku różnicowania się listków zarodowych, ciężar zarodka wynosi około 0,1 mg i w okresie 270 dni trwania ciąży powiększa się 30 milionów razy. Wolniejsze jest wzrastanie po urodzeniu, ciężar ciała powiększa się około 20 razy. Szybkie wzrastanie ma miejsce po urodzeniu w wieku niemowlęcym, po czym ulega przejściowo zwolnieniu w okresie dzieciństwa, by wzrosnąć znów w okresie dojrzewania płciowego, które to zjawisko określa się w związku z tym faktem — skokiem okołopokwitaniowym. Do okresu pokwitania tempo wzrastania ciężaru ciała jest większe niż wysokości ciała, co zwłaszcza bardziej zaznacza się u dziewcząt ze względu na przeciętnie silniejsze odkładanie się tłuszczu.

Wzrastanie odcinków ciała i zmiany proporcji z wiekiem

Po urodzeniu w okresie dziecięcym, a później w młodzieńczym człowiek nie jest miniaturą dorosłego, lecz różni się odeń odmiennymi proporcjami budowy ciała. Proporcje owe od urodzenia ulegają wraz z wiekiem zmianie, bowiem rozwój poszczególnych cech somatycznych i części ciała nie przebiega równomiernie. Noworodki i w nieco mniejszym już stopniu niemowlęta w stosunku do dorosłych posiadają dużą głowę, krótką szyję, długi tułów oraz krótkie kończyny, zwłaszcza dolne. Przykładem tego może być fakt, że u niemowląt wysokość głowy mierzona od najwyższego punktu głowy do podbródka stanowi czwartą część długości ciała, podczas gdy u dorosłego ósmą część. Dla wczesnych okresów rozwoju, zwłaszcza dla noworodka i niemowlęcia, charakterystyczna jest niska i względnie szeroka twarz z dużymi oczodołami, szerokim i wypukłym ku przodowi czołem, szerokim nosem o lekko wklęsłym i mało wystającym grzbiecie. Szyja jest bardzo krótka, tułów zaś długi stanowiący niemal połowę długości całego ciała, gdy u dorosłego stanowi on tylko około 3/8 tej długości. Kończyny niemowląt są stosunkowo krótkie, stanowią czwartą część długości ciała, gdy u dorosłego około połowy tej długości. Do uzyskania ostatecznych wymiarów ciała różnicują się proporcje między kończynami górnymi a dolnymi. Początkowo do około 5 roku życia długość kończyn dolnych w stosunku do długości ciała jest mniejsza niż kończyn górnych. W stosunku do ramienia długie jest przedramię, a w stosunku do uda — podudzie. W ciągu całego rozwoju długość kończyny dolnej zwiększa się około 5 razy, górnej 4 razy. Długi u niemowląt tułów zwiększa się w toku całego rozwoju tylko trzykrotnie. We wczesnym dzieciństwie wzrastanie tułowia jest proporcjonalne do długości ciała, lecz od trzeciego roku życia wzrastanie to jest nieco wolniejsze niż kończyn, przez co w stosunku do wysokości ciała tułów stopniowo ulega skróceniu, zaś kończyny wydłużeniu. Fakt ten wyraźnie zaznacza się u chłopców w okresie przedpokwitaniowym, powodując przejściowo na tle zaistniałych dysproporcji swoistą kanciastość budowy i niezgrabność ruchów. Po okresie dojrzewania następuje wyraźne wyrównanie proporcji związane z zahamowaniem wzrastania kończyn i dalszym rozrastaniem się tułowia, związanym z dalszym wzrastaniem kręgosłupa i narządów wewnętrznych człowieka. Tempo wzrastania kręgosłupa jest duże w okresie pierwszego roku życia oraz później w czasie pokwitania; w innych okresach rozwojowych rośnie on równomiernie. U noworodków kręgosłup jest prawie prosty, w pierwszych

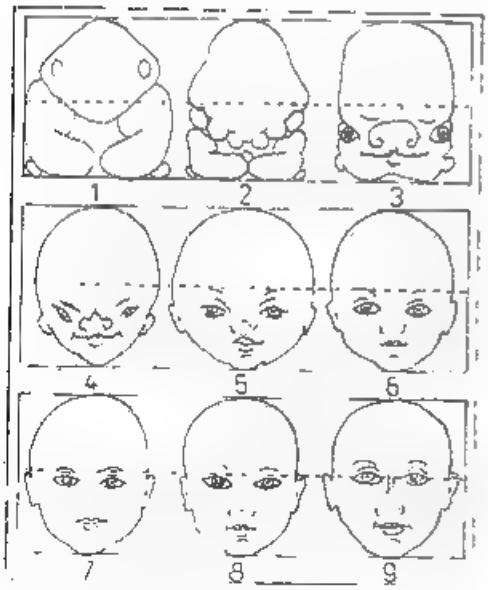


Ryc. 4.2.1. Proporcje ciała dorosłego i noworodka



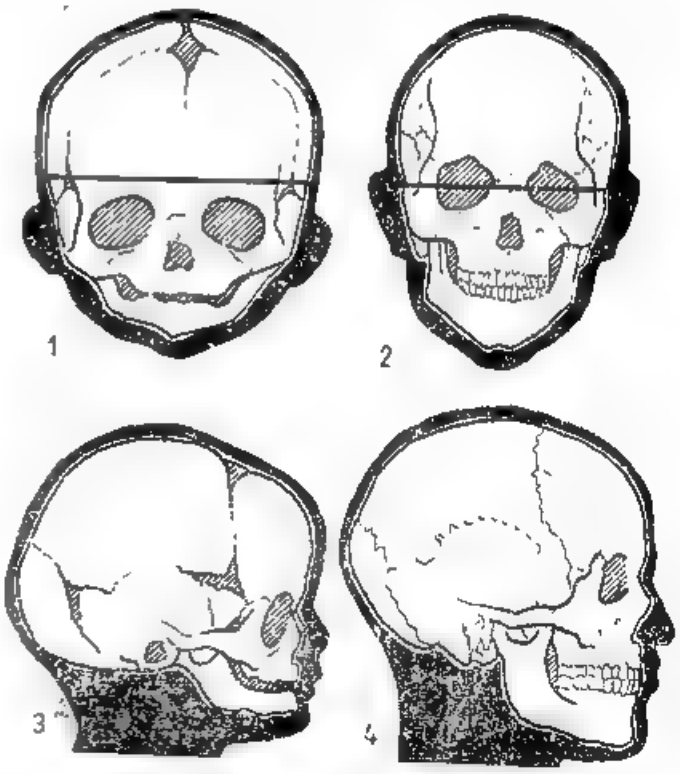
Ryc. 4.2.2. Kształtowanie się formy przekroju poprzecznego klatki piersiowej (noworodek, dziecko, dorosły)

tygodniach kształtuje się wygięcie szyjne związane z dźwiganiem głowy, a w wieku około sześciu miesięcy wygięcie piersiowe związane z siadaniem. Wygięcie lędźwiowe kształtuje się około pierwszego roku życia i jest związane z przejściem na lokomocję dwunożną. Jeszcze wolniej wzrasta z wiekiem wysokość głowy, bowiem powiększa się ona w ciągu rozwoju dwukrotnie. Już w wieku 5 lat obwód głowy jest bardzo zbliżony do ostatecznej wielkości, mimo że wzrasta on jeszcze nieco u człowieka dorosłego. Jak z powyższego wynika, w ciągu rozwoju największe tempo wykazuje długość kończyn dolnych, następnie górnych, tułowia i w końcu najmniejsze głowa. Tak więc, im bardziej zaawansowany jest wymiar w młodszym wieku, tym mniejszy jest jego przyrost z wiekiem. U obu płci odmienne jest tempo wzrastania szerokości barkowej i biodrowej. Chłopców cechuje większa dynamika wzrastania szerokości barków, zaś dziewczęta — bioder, co powoduje różne pro-



Ryc. 4.2.3. Rozwój twarzy (wg Stratza)

1, 2 — wczesne stadia rozwoju, 3 — embrion z drugiego miesiąca, 4 — płód z czwartego miesiąca, 5 — noworodek, 6 — dziecko 2-letnie, 7 — 6-letnie, 8 — 12-letnie, 9 — człowiek dorosły



Ryc. 4.2.4. Różnice proporcji czaszki

1, 3 — noworodek, 2, 4 — dorosły

Tabela 4.2.1. Ogólna charakterystyka budowy somatycznej w różnych okresach rozwoju progresywnego

Ogólny typ przemian somatycznych	Okres rozwojowy	Szczegółowe przemiany somatyczne
Pierwsze szybkie przemiany budowy ciała (akceleracja rozwoju)	noworodka, niemowlęctwa, wczesnego dzieciństwa (do okresu przedszkolnego)	znaczny ciężar ciała w stosunku do wysokości ciała, długa cylindryczna forma tułowia z niezaznaczoną talią, długa głowa, krótka szyja, krótkie kończyny, szpotawość kolan, płaska stopa
Zwolnione przemiany budowy ciała (deceleracja rozwoju)	5 - 10 lat	stosunkowo niski ciężar ciała, proporcjonalny do wysokości ciała, tułów z podkreśloną talią, wysklepiona stopa, dość długa szyja, niewielkie różnice dymorficzne w proporcjach budowy ciała
Drugie szybkie przemiany budowy ciała (akceleracja rozwoju)	okres dojrzewania	szybki rozwój klatki piersiowej, wydłużenie kończyn w stosunku do tułowia, rozwój drugorzędnych cech płciowych typowych dla płci męskiej i żeńskiej, dojrzałość płciowa — polucje i menstruacje
Stabilizacja cech budowy somatycznej	faza dorastania okresu dojrzewania	kształtowanie się somatotypu męskiego — rozwój pasa barkowego, muskulatury, ostateczne zamknięcie nasad i trzonów kości, regularne polucje co 2 - 4 tygodnie; kształtowanie się somatotypu żeńskiego — ostateczny rozwój piersi, szerokości bioder, ukształtowanie żeńskiego typu otłuszczenia, zamknięcie nasad i trzonów kości, regularne cykle menstruacyjne

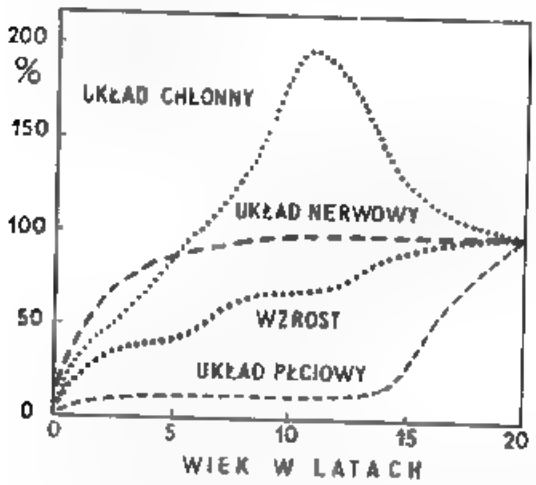
porcje tych wymiarów nasilające się z wiekiem. Klatka piersiowa cylindryczna u noworodka posiada nieco mniejszy obwód od obwodu głowy — o około 2 cm. W pierwszym roku życia szybki jest rozwój klatki piersiowej, której obwód osiąga około 48% wartości ostatecznej, co doprowadza do przekrzyżowania się tego obwodu z obwodem głowy. W większości ma to miejsce w trzecim miesiącu życia, przy wahaniach od 1 miesiąca do 1 roku po urodzeniu. To szybkie tempo wzrastania klatki piersiowej wynoszące około 9% utrzymuje się do drugiego roku życia, a następnie jest ono do dojrzałości zwolnione 4 - 7% rocznie. U noworodków i niemowląt kąt żebrowy jest mały. Między 3 a 4 rokiem następuje opuszczenie mostka i bardziej skośne ustawienie żeber. Kształt klatki piersiowej z cylindrycznego zmienia się na stożkowaty, a więc następuje szybsze zwiększanie się wymiarów (obwodu) części dolnej niż górnej. Następujące z wiekiem spłaszczenie klatki piersiowej jest związane z powiększaniem się kąta żebrowego. Tempo wzrastania szerokości i głębokości klatki piersiowej wykazuje również pewne odmienności u obu płci. U chłopców większe jest bowiem tempo wzrastania szerokości niż głębokości, stąd jej większe spłaszczenie z wiekiem. Natomiast u dziewcząt spłaszczenie nie jest

tak znaczne, a po pokwitaniu nawet nieco większe jest tempo wzrastania głębokości niż szerokości klatki piersiowej. Rozwój klatki piersiowej pozostaje w ścisłym związku z rozwojem sprawności oddechowej, ze wzrostem pojemności płuc. Tempo wzrastania poszczególnych wymiarów głowy jest różne. Bardziej zaawansowane są u noworodka wymiary szerokościowe, które w dalszym rozwoju wykazują mniejszą dynamikę wzrastania niż wymiary długościowe — długość głowy, twarzy i nosa. Prowadzi to do zmian proporcji i kształtu głowy, twarzy i nosa, które można wyrazić proporcjami w postaci wskaźników.

Uwagi o rozwoju układów i narządów

Wśród narządów można wyróżnić 4 następujące grupy według M. S. Milmana:

1. Narządy, których bezwzględny i względny ciężar zwiększa się aż do starości — serce, naczynia krwionośne, płuca;
2. Narządy, których ciężar bezwzględny i względny zmienia się równomiernie z ciężarem ciała — jelita, kościec, nadnercza;
3. Narządy, których ciężar bezwzględny zmienia się równolegle z ciężarem ciała, a względny zwiększa się do około 50 lat i następnie zmniejsza się — mięśnie, gruczoły płciowe;
4. Narządy, których ciężar bezwzględny zwiększa się równolegle z ciężarem ciała przez pewien okres życia, natomiast względny zaczyna się zmniejszać tuż po urodzeniu — mózg, wątroba, nerki, śledziona itp.



Ryc. 4.2.5. Krzywe rozwoju wysokości ciała i niektórych układów anatomicznych

Rozwój kości

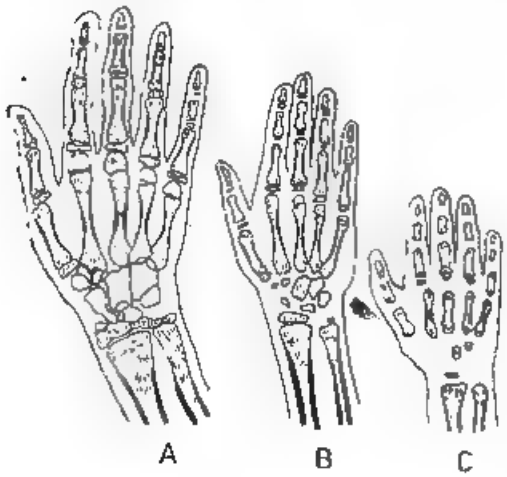
Tkanka kostna powstaje z mezodermy. Początkowo ma miejsce proces chondrogenezy — powstawanie skupisk zbitej tkanki łącznej w postaci chrzęstnej, nieco później — proces osteogenezy przejawiający się stopniowym wysycaniem związ-

kami nieorganicznymi (głównie solami fosforowo wapniowymi) skupisk tkanki łącznej. Pierwsze centra kostnienia pojawiają się około 8 tygodnia życia wewnątrzmacicznego. W trzecim miesiącu można zauważyć większość centrów kostnienia szkieletu. Wapnienie i rozwój kości rozpoczyna się intensywnie od około 4 - 5 miesiąca życia płodowego, co z wiekiem płodu wzmaga jego zapotrzebowanie na wapń. Proces rozwoju trzonów kości długich polega na narastaniu tkanki kostnej na zewnętrznej powierzchni, dzięki intensywnej działalności komórek kościotwórczych — osteoblastów. Procesowi temu towarzyszy poszerzanie się jam szpikowych, co jest warunkowane działalnością komórek kościogubnych — osteoklastów. Szczególnie szybko rozwijają się w życiu płodowym kości czaszki, dostosowując się do dużego tempa rozwoju mózgu. Dla kości czaszki odmienny jest jednak typ kostnienia (błoniasty). Noworodek rodzi się z liczbą około 270 kości. Po urodzeniu pojawiają się nowe przynasadowe centra kostnienia. Stopniowo tkanka kostna obejmuje całą nasadę, zaś między nasadą a trzonem pozostaje chrząstka przynasadowa zwana tarczą wzrostową. Pojawienie się nowych centrów kostnienia szkieletu

Ryc. 4.2.6. Schemat kostnienia kości długiej (wg Kochenka, Reichera): a — cała kość chrząstkowa z utworzonym ochrzęstnie mankietem (na trzonie) kostnym; b — obie nasady chrząstkowe, trzon na drodze kostnienia śródchrząstkowego posiada siateczkowatą istotę gąbczastą; c — w obu nasadach powstały śródchrząstkowo punkty kostnienia, w trzonie jama szpikowa. Między nasadami a trzonem pozostaje chrząstka nasadowa; d — punkty kostnienia nasad zrosły się, chrząstka pozostaje tylko na powierzchni stawowej na granicy trzonu i nasad, jama szpikowa powiększona

zwiększa przejściowo liczbę kości do 370. Tarcze nasadowe są odpowiedzialne za rozplem tkanki kostnej i wzrastanie kości na długość. Zarośnięcie tarcz wzrostowych kończy proces wzrastania kości, co przeciętnie ma miejsce między 16 - 18 rokiem życia i warunkuje charakterystyczną dla ludzi dorosłych liczbę kości wynoszącą średnio 206. Po urodzeniu zwolnione jest tempo rozwoju czaszki, natomiast do 2 roku życia szybko wzrastają kości kończyn, obręczy barkowej i miednicznej oraz kręgosłupa i klatki piersiowej. W wieku 3 - 4 miesięcy zarasta tylne ciemiączko czaszki, zaś przednie między 12 - 18 miesiącem. Około 8 - 9 miesiąca zrastają się obie połówki żuchwy tworząc jedną kość, a w końcu 2 roku życia zaczyna się zarastanie szwu czołowego (*sut. frontalis*). Między 3 - 4 rokiem życia rozwój kości ulega przejściowo zwolnieniu, a duże znów przyspieszenie obserwuje się u dziewcząt w wieku 12 - 14 lat i u chłopców w wieku 13 - 15 lat. Po urodzeniu szkielet powiększa swój ciężar około 28 razy. Skąpa mineralizacja szkieletu u małych dzieci

warunkuje jego dużą odporność na wstrząsy i złamania, bowiem kości są elastyczne i względnie giętkie. Kolejność pojawiania się punktów kostnienia i zarastanie chrząstek przynasadowych odbywa się w określonej kolejności w określonych przedziałach wieku. Różnice genetyczne, np. płeć, rasa, a zwłaszcza czynniki środowiskowe mogą stanowić o różnicach czasowych procesów kostnienia. Regularność procesów kostnienia pozwala na śledzenie prawidłowości rozwoju dzieci według



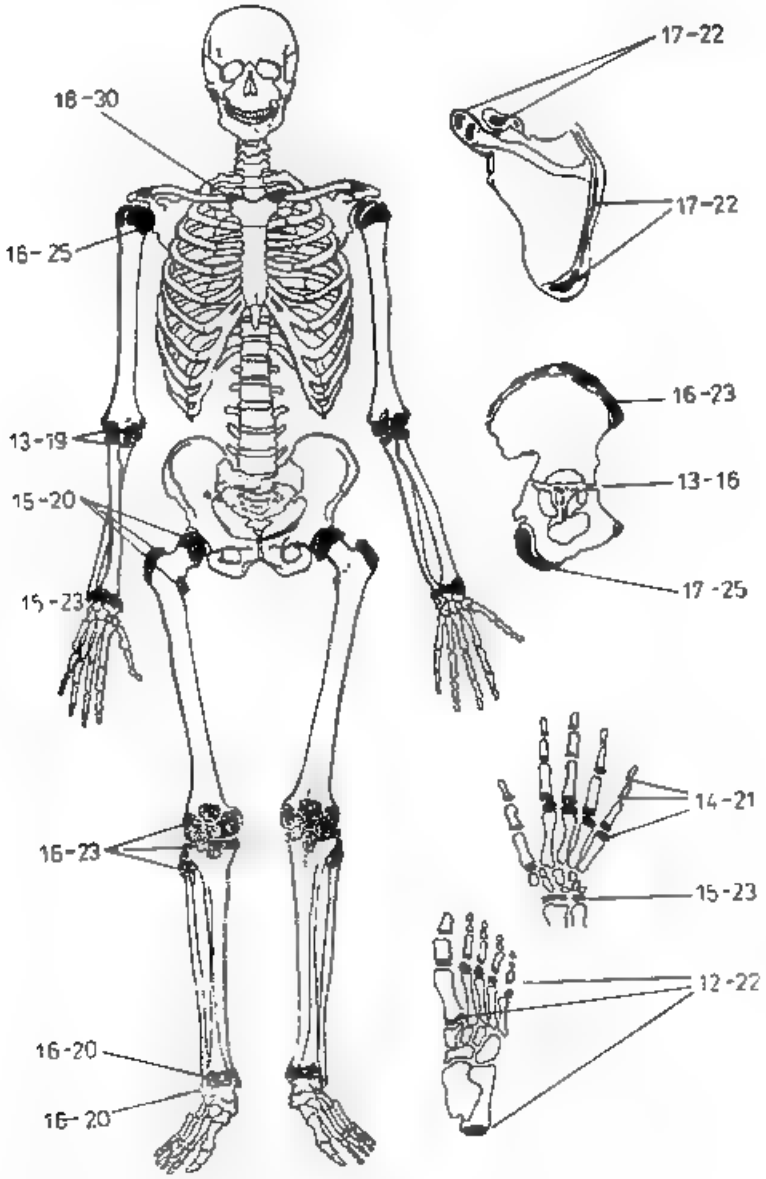
Ryc. 4.2.7. Schemat kostnienia ręki: A — warunki prawidłowe, B — przy niedoczynności tarczycy, C — przy niedoczynności przysadki

kryterium wieku kostnego (szkieletowego). U dziewcząt procesy kostnienia są o około 16 - 18 miesięcy wcześniejsze niż u chłopców. Fakt ten jest zauważalny także w życiu płodowym, jednak różnice wynoszą tu około 2 tygodni. Jest charakterystyczne dla kończyny górnej, że tempo wzrastania poszczególnych jej kości na długość utrzymuje się w następującej kolejności: kość ramienna, kość promieniowa i łokciowa, następnie kości ręki. Dla kończyny dolnej kolejność ta jest odwrotna: stopa, kość piszczelowa i strzałkowa, kość udowa. Wcześnie dojrzewający osobnicy przejawiają również akcelerację dojrzewania kośćca. Rośnie on bardziej intensywnie, lecz czas jego wzrastania jest krótszy.

Ostatecznie uformowane co do wielkości kości dorosłych ludzi z wiekiem ulegają dalszej przebudowie trwającej do starości. Do około 35 roku życia zwiększa się grubość substancji zbitej trzonów, po czym stopniowo ulega zmniejszeniu. Poszerzają się jamy szpikowe, które również z wiekiem ulegają stopniowemu wydłużaniu w kierunku donasadowym. Zcieńczanie kości zwane jest osteoporozą lub procesem rzeszotowania kości, które u kobiet silnie się zaznacza w okresie menopauzy.

Wzrastanie i kształt ogólny kości jest zdeterminowany genetycznie i sterowany w trakcie rozwoju przez układ wewnątrzwydzielniczy. Podstawowe znaczenie dla prawidłowego rozwoju ma wydzielany przez przysadkę ludzki hormon wzrostu, a następnie produkowana przez tarczycę tyroksyna. W okresie dojrzewania szczególną rolę odgrywają hormony płciowe, przyspieszające bądź zwalniające działalność chrząstek przynasadowych, a więc wydzielanych przez jajniki kobiet estrogenów i przez jądrą mężczyzn — testosteronu. Pewną rolę przypisuje się również produkowanym przez nadnercza kortykoidom.

Plastyczność tkanki kostnej na wpływy środowiskowe, np. na żywienie, obecność witaminy D, obciążenie statyczne i dynamiczne, warunkuje to, że pod wpływem



Ryc. 4.2.8. Schemat wieku zrastania nasad kości szkieletu (wg Brothwella)

tych czynników kości ulegają odkształceniom. Typowe są zmiany chorobowe kości wywołane przez krzywicę, reumatyzm, deformacje gruźlicze czy nowotworowe. Przeciążenia fizyczne przekraczające pewne granice norm fizjologicznych mogą powodować zahamowanie rozwoju lub zmianę formy kości. Wspominaliśmy o tym omawiając uprzednio prawa rozwoju kości Lesgafta i innych. Obciążenia dynamiczne powodujące lepsze ukrwienie chrząstek przynasadowych aktywizują produkcję tkanki kostnej w przeciwieństwie do obciążeń statycznych hamujących aktywność chrząstki. Nacisk ściskający chrząstkę z siłą powyżej 24 kg/cm^2 powoduje zahamowanie jej produkcji. Różne formy ruchu i wysiłku fizycznego mogą więc nieco odmiennie wpływać na kształt i wielkość kości. Powyższy fakt stanowi o pewnych różnicach między przedstawicielami niektórych dyscyplin sportowych wcześnie rozpoczynających treningi lub też decyduje o odmiennościach niektórych cech budowy ciała ludności wsi i miast, zauważalnych zresztą już w dzieciństwie (np. większe spłaszczenie klatki piersiowej, budowa bardziej krępa, szersza miednica

Tabela 4.2.2. Przeciętny wiek kostnienia niektórych kości (wg Schneinfelda)

Nazwa części szkieletu	Chłopcy	Dziewczęta
Drugi paliczek kciuka	12 miesiąc	8 miesiąc
Kość łódkowata	4 lata, 4 miesiące	3 lata
Koniec dalszy kości łokciowej	5 lat i więcej	4 „ 6 miesięcy
Guz kości piętowej	6 lat, 2 miesiące	5 lat
Bloczek kości ramiennej	8 „ 4 „	7 lat, 2 miesiące
Nasada bliższa piszczeli	10 „ 10 miesięcy	9 „
Wyrostek kruczy łopatki	13 „ 10 „	11 „ 3 miesiące
Grzebień kości biodrowej	13 „ 5 „	12 „

i mniejszy zakres ruchów w stawach u dzieci wiejskich). Tak więc, obok funkcji podporowych szkieletu, ochrony dla wielu układów i narządów, funkcji fizjologicznych, jak np. rozplem czerwonych krwinek, szkielet w głównej mierze decyduje o wielkości, kształcie i formie budowy ciała.

Układ więzadłowo-stawowy

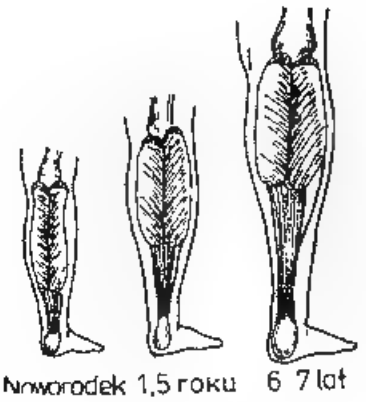
O budowie i rodzaju połączeń stawowych kości decyduje różnorodność funkcjonalna dźwigni kostnych Początki rozwoju stawów notuje się w fazie zarodkowej, a około 6 tygodnia życia wewnątrzmacicznego widać skupienia tkanki mezodermalnej w okolicach, w których pojawią się później stawy. Od 9 tygodnia zarysowują się szczeliny stawowe. Rozwój stawów tak samo jak całości narządów ruchu przebiega w kierunku odgłowowym ku końcowi tułowia i od osi ciała ku odcinkom dystalnym (prawidłowość kraniokaudalnego i proksymalno dystalnego kierunku rozwoju). Po urodzeniu, zwłaszcza w końcu pierwszego roku życia, odnotować można dalszy szybki rozwój stawów i zakończeń nerwowych. Znaczny stopień rozwoju stawów, duży zakres ruchów w stawach stanowi jeden z elementów wysokiej sprawności fizycznej dzieci w wieku 7 - 10 lat, zwłaszcza zaś zwinności i gibkości. Pełna sprawność aparatu więzadłowo-stawowego kształtuje się między 14 - 16 rokiem życia. Zakresy ruchomości stawów zależą od płci, wieku, rodzaju wykonywanego wysiłku fizycznego. Począwszy od około 40 roku życia mają miejsce stopniowe zmiany involucyjne aparatu więzadłowo stawowego, często wynikające z przebytych chorób, jednostronności wykonywanych ruchów, z przeciążeń statycznych lub z niedostatku ruchu (hipokinezja).

Rozwój układu mięśniowego

Omówione wyżej układy — kostny i więzadłowo-stawowy stanowiły część statyczną narządu ruchu, czyli tzw bierny układ ruchu. Częścią dynamiczną tegoż narządu, inaczej częścią czynną jest układ mięśniowy. Zadaniem tego układu jest wykonywanie czynności ruchowych możliwych dzięki zachowaniu równowagi dynamicznej

różnych grup mięśni, które decydują o ruchu bądź stabilizacji danego odcinka ciała. Współdziałają tu oczywiście układ kostny i więzadłowo-stawowy, a funkcję sterującą pełni ośrodkowy układ nerwowy.

Proces rozwoju układu mięśniowego dotyczy zmian w budowie mikroskopowej, składu chemicznego mięśni oraz zmian makromorfologicznych. Liczba włókien mięśniowych jest prawdopodobnie stała już w momencie urodzenia, chociaż niektórzy badacze zakładają możliwość dalszego zwiększania się ich liczby o około 0,1 raza. Od urodzenia do dojrzałości masa mięśni powiększa się około 38 - 42-krotnie. Ciężar mięśni noworodka stanowi około 22% ciężaru ciała, u dzieci wynosi on około 27%, a u dorosłych około 36 - 44%. Przyrost masy mięśniowej odbywa się głównie w wieku młodzieńczym i dorosłym, przede wszystkim w wyniku pogrubienia i wydłużenia włókien mięśniowych. Z wiekiem zmniejsza się zawartość wody, zwiększa się liczba włókienek kurczliwych (miofibryle), maleje ich grubość, zmniejsza się liczba jąder na jednostkę powierzchni, a kształt włókienek kurczliwych z okrągłego zmienia się na pałeczkowaty. W fazie embrionalnej szybki jest rozwój brzuśców mięśniowych w stosunku do części ścięgnistych, które wydłużają się w fazie płodowej. Począwszy od fazy płodowej i później po urodzeniu można też obserwować pewne zmiany



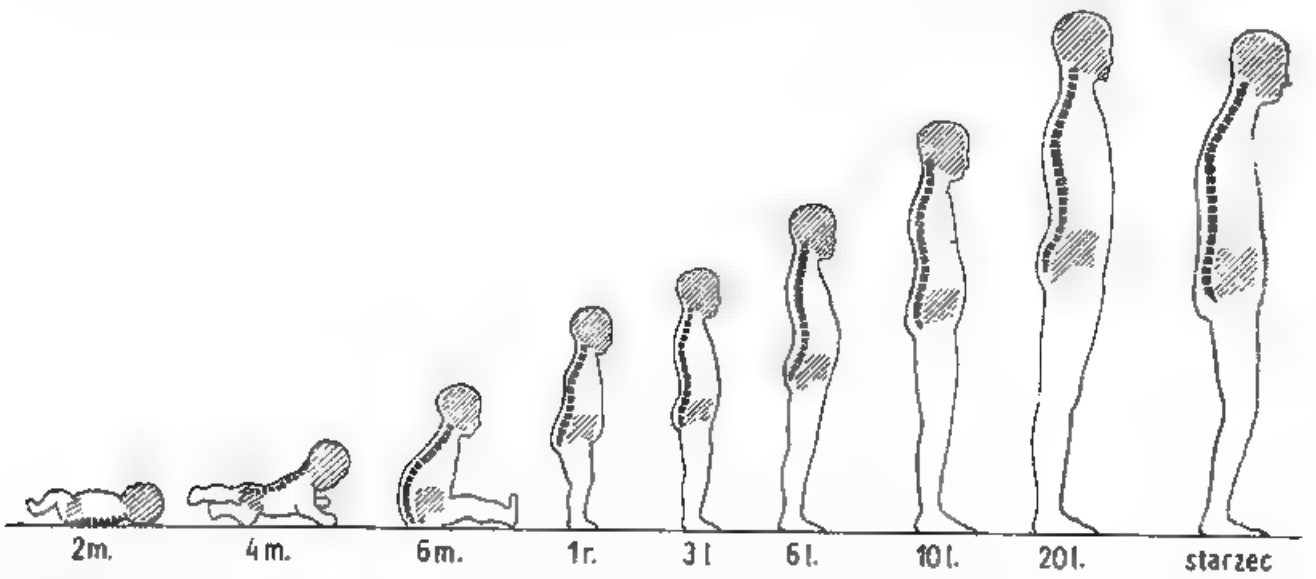
Ryc. 4.2.9. Zmiany proporcji i miejsc przyczepu mięśnia dwubrzuścowego

kształtu mięśni i miejsc ich przyczepów. Szybki rozwój mięśni obserwuje się w wieku 2 - 3 lat, następnie w wieku 7 - 12 lat, później zaś około 18 - 20 roku życia. Na prawidłowy rozwój mięśni wpływa właściwy rozwój ich unaczynienia i unerwienia związany w znacznym stopniu z odpowiednią aktywnością ruchową. Szacuje się, że przeciętnie mężczyzna posiada około 50% więcej włókien mięśniowych niż kobieta. U noworodków typowa jest wiotkość mięśni szyi i grzbietu i znaczne napięcie mięśni kończyn, zwłaszcza zaś zginaczy. Napięcie zginaczy stopniowo od około 4 tygodnia po urodzeniu maleje. Do około 1,5 roku życia charakterystyczna jest ogólna wiotkość (hipotonia) mięśni, która z wiekiem stopniowo zanika. Sprawność mięśniowa postępuje od mięśni położonych dogłowowo do grup mięśni części dystalnych kończyn. Najpierw uaktywniają się mięśnie karku, następnie tułowia i wreszcie kończyn. Ruchy mimiczne są wcześniejsze od ruchów palców. Na ogół duże grupy mięśniowe wcześniej uzyskują sprawność niż małe grupy mięśni. Sprawność mięśniowa jest związana z morfologiczną dojrzałością układu ruchu, ze stanem waskularyzacji mięśni, zwłaszcza zaś z dojrzałością ośrodkowego układu nerwowego.

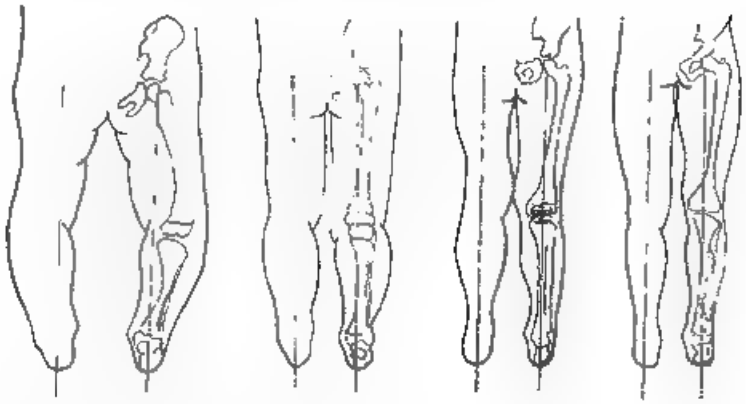
Przemiany postawy ciała z wiekiem

Postawa ciała przyjmowana przez osobnika w trakcie ontogenezy zależy od wieku, typu budowy ciała (somatotypu), płci, stanu odżywienia, stopnia zmineralizowania szkieletu, od trybu życia, obciążeń fizycznych, stanów psychicznych i wielu innych czynników. Wypadkowa czynników endogennych i egzogennych oddziałujących w trakcie rozwoju decyduje o typie postawy człowieka dorosłego. W kształtowaniu się cech postawy w ontogenezie zasadniczą rolę odgrywa prawidłowy rozwój układu kostnego, więzadłowo-stawowego i mięśniowego. Świadome kontrolowanie postawy ciała wraz z wiekiem jest możliwe dzięki rozwojowi receptorów czucia głębokiego, czyli mięśniowego (czucie proprioceptywne). U płodów typowe jest zgięciowe ułożenie z maksymalnie zgiętymi kończynami warunkowane rodzajem środowiska. Po urodzeniu następuje stopniowo prostowanie grzbietu i kończyn, lecz skłonność do przybierania pozycji podobnej do płodowej trwa jeszcze po urodzeniu.

Okres pierwszego roku życia cechują szybkie przemiany postawy, warunkowane umacnianiem się mięśni grzbietu. Wynikiem tego jest najpierw unoszenie głowy, następnie siadanie. Wiotkość mięśni i aparatu więzadłowo-stawowego prowadzi do kształtowania lordozy szyjnej i kifozy lędźwiowo-grzbietowej. Gdy pod koniec pierwszego roku życia dziecko zaczyna chodzić, wzmacniają się mięśnie pośladkowe utrzymujące postawę wyprostowaną w stawie biodrowym. Przybranie pionowej postawy ciała zmienia jego statyczne warunki przez zwiększenie nacisku narządów jamy brzusznej, zwłaszcza silnie rowiniętej i dużej wątroby na słabe jeszcze mięśnie brzucha, co znajduje wyraz w dużej jego wielkości i wypukłości. Dziecięcy duży brzuch stanowi przyczynę kształtowania się znacznej u dzieci lordozy lędźwiowej. Wyprostowanie ciała w stawie biodrowym i nacisk narządów jamy brzusznej powodują bardziej poziome ustawienie miednicy. Dla wyrównania lordozy szyjnej i lędźwiowej oraz łatwiejszego utrzymania klatki piersiowej kształtuje się wyrównawcze wygięcie piersiowego odcinka kręgosłupa do tyłu (kifoza piersiowa). Opi-



Ryc. 4.2.10. Typy postawy i ukształtowania krzywizn kręgosłupa w różnych okresach życia



Ryc. 4.2.11. Kształtowanie się cech morfologicznych kończyn dolnych w ontogenezie

sane zmiany wynikłe z przyjęcia postawy wyprostnej stanowią bodziec do kształtowania się do około 6 - 7 lat wysklepienia stopy. Krzywizny kręgosłupa kształtują się do około 2,5 lat, jednak ich stabilizacja ma miejsce po okresie dojrzewania. W wieku przedszkolnym miednica ulega pionizacji, zmniejsza się wypukłość brzucha, zwiększa się nachylenie kości krzyżowej, lecz lordoza lędźwiowa nadal nieco się zwiększa. Do około 6 roku życia nadmierny ciężar ciała może być przyczyną nieprawidłowości postawy związanych z nadmierną lordozą lędźwiową czy szpotawością lub koślawością kolan oraz spłaszczeniem stóp. Duża lordoza utrzymuje się jeszcze do około 11 - 12 roku, następnie z wiekiem stopniowo zmniejsza się. Okres poprzedzający dojrzewanie płciowe jest bardzo ważny dla kształtowania się prawidłowej postawy, bowiem intensywne liniowe wzrastanie ciała jest znaczniejsze od rozwoju siły mięśni. W okresie młodzieńczym, po pokwitaniu, następuje ostateczne ukształtowanie postawy, warunkowane zakończeniem procesów kostnienia i znacznym rozwojem siły mięśniowej. W okresie tym może dochodzić do samoistnego wyrównania wad postawy. Środek ciężkości ciała od przyjęcia postawy pionowej aż do ukończenia procesów wzrastania przesuwa się stopniowo z wysokości pępka do poziomu wzgórka lędźwiowo-krzyżowego (*promontorium*). Im środek ciężkości umiejscowiony jest niżej (co ma miejsce u kobiet), tym większa jest stabilność ciała, toteż z wiekiem dzieci ulega ona poprawie. Główną rolę w stabilizacji postawy wyprostnej odgrywa kręgosłup, mięśnie tułowia, mięśnie obręczy biodrowej i kończyny dolnej. Kręgosłup oprócz ochrony rdzenia kręgowego pełni u człowieka funkcje podporowe i zdolny jest do utrzymania obciążeń około 350 kg. Czynnościowe funkcje kręgosłupa pozwalają na wykonywanie ruchów głowy i tułowia. Powiększenie masy górnych części ciała i mała podstawa podparcia są czynnikami niekorzystnymi dla utrzymania równowagi ciała. Jednakże zmniejszona przez te czynniki stabilność jest wyrównywana głównie przez wzmożone napięcie mięśniowe. W wieku dorosłym typ postawy ciała wiąże się z typem budowy ciała. Postawa może ulegać pogorszeniu lub poprawie w zależności od czynnościowego obciążenia organizmu, jego stanów ogólnych (przemęczenie, niewłaściwy tryb życia, przeciążenia jednostajną, monotypową pracą, postawą roboczą), co może prowadzić do zmian nawyku postawy. Zmiany postawy związane ze starzeniem się człowieka mają miejsce od około 40 roku życia, są one powolne, a ich wyrazistość zwiększa się około 60 roku. Zwiotczenie

i spadek napięcia mięśni klatki piersiowej oraz brzucha, zmniejszenie wysokości chrząstek międzykręgowych stanowią przyczynę pogłębiania się kifozy piersiowej, co często doprowadza do wytwarzania się garbu starczego, wraz z którym występuje kompensacyjne zginanie kończyn dolnych w stawie biodrowym i kolanowym, czemu towarzyszy również obniżenie wysklepienia stopy.

Skóra i tkanka tłuszczowa

U noworodka skóra pokryta jest mazią płodową, pod którą na cienkiej warstwie naskórka znajdują się liczne krótkie włoski (meszek). Gruczoły potowe i łojowe są słabo rozwinięte, a wrażliwość na dotyk jest słaba. Powierzchnia skóry w stosunku

Tabela 4.2.3. Przeciętne wartości grubości fałdów skórno-tłuszczowych w mm ludności Polski (wg M. Niewiadomskiej)

Wiek w latach	Płeć męska			Płeć żeńska		
	1	2	3	1	2	3
3	6,7	6,6	6,8	7,2	8,0	7,1
4	5,6	6,0	5,5	6,5	7,7	6,5
5	5,6	5,9	5,9	6,9	8,5	7,3
6	5,9	6,1	6,0	6,7	8,4	6,8
7	5,0	5,6	5,2	6,1	9,1	6,5
8	5,0	5,4	4,6	6,1	8,5	5,8
9	5,8	6,6	5,7	6,3	10,1	6,8
10	6,8	9,2	6,8	7,2	11,5	8,4
11	7,2	8,3	5,9	9,1	14,6	8,0
12	8,7	15,1	5,5	7,6	10,8	5,7
13	7,4	8,2	5,7	10,0	15,3	8,2
14	7,4	8,0	5,4	9,3	15,6	8,2
15	8,0	8,6	5,4	11,3	17,3	8,7
16	7,8	8,1	4,3	13,0	19,4	9,5
17	9,3	9,7	5,3	13,7	21,0	9,7
18	9,9	10,1	5,1	13,1	19,6	9,5
19	10,2	8,3	5,2	13,6	18,4	9,7
20	11,1	13,2	8,1	16,3	15,8	8,9
21 - 25	13,0	11,4	7,3	18,9	22,6	10,2
26 - 30	14,6	18,3	7,4	19,1	24,6	12,5
31 - 35	17,0	18,7	8,0	22,5	31,2	15,3
36 - 40	17,2	18,4	8,1	24,2	33,3	18,9
41 - 45	19,3	20,6	9,1	26,2	38,3	17,7
46 - 50	17,4	17,8	7,8	27,2	37,8	19,4
51 - 55	19,1	18,7	9,1	29,8	42,7	22,8
56 - 60	18,5	17,6	8,9	29,1	38,3	24,4
61 - 65	17,6	17,4	9,8	28,7	38,0	23,6
66 - 70	19,2	19,2	11,7	28,8	39,0	24,4
71 - 80	19,3	17,8	11,7	22,6	32,0	20,6

1 — nad dolnym kątem łopatki, 2 — na brzuchu, 3 — na ramieniu

do ciężaru ciała jest u dzieci znacznie większa niż u dorosłych. Zmienność z wiekiem tego stosunku wyrazić można przypadającą na 1 kg ciężaru ciała powierzchnią skóry, która jest następująca: noworodki — 704 cm², roczne niemowlę — 518 cm², dziecko 6-letnie — 456 cm², dziecko 10-letnie — 423 cm², młodzież 15-letnia — 378 cm² i dorośli — 221 cm². Powierzchnia skóry odgrywa u dzieci znaczniejszą rolę niż u dorosłych jako narząd wydalniczy. Dziecko poprzez skórę i płuca wydala do 40% ogólnej ilości wydalanej przez organizm wody, gdy dorosły tylko około 10%. Skóra odciąża więc w pewnym stopniu pracę nerek Nadmierne pocenie się dzieci w czasie ruchu (zabawy) jest więc zjawiskiem powszechnym i normalnym. Stosunkowo duża powierzchnia skóry niemowląt powoduje, że tracą one więcej ciepła i szybciej marzną niż dorośli. Przed nadmierną utratą ciepła chroni dzieci obfita podściółka tłuszczowa, która stopniowo od 1 roku życia z wiekiem zmniejsza się powodując szczupłość dzieci w wieku już około 2 - 3 lat, trwającą do około 8 - 10 roku życia. Niektóre szacunki świadczą o tym, że tkanka tłuszczowa podskórna stanowi u noworodka około 18 - 20% ciężaru ciała, gdy u dorosłego około 12 - 15%. Zawartość tłuszczu podskórnego stanowi około 50% całkowitego tłuszczu w organizmie u osób dorosłych. Gruba podściółka tłuszczowa u dzieci chroni je nie tylko przed utratą ciepła, lecz także przed stłuczeniami przy upadkach. Z wiekiem u dorosłych charakterystyczne jest schodzenie podskórnej tkanki tłuszczowej w kierunku ku dołowi. Tak więc z policzków przemieszcza się ona na podbródek, z klatki piersiowej na brzuch itd. Należy też podkreślić, że w poszczególnych okolicach ciała różne jest jej rozmieszczenie, co stanowi podstawę do wydzielania typów otłuszczenia. Oprócz tego otłuszczenie podskórne wykazuje wyraźny dymorfizm płciowy. W okresie przedstarości widoczna jest wyraźna tendencja do zwiększonego otłuszczenia, zaś w okresie starości grubość fałdów skórno-tłuszczowych na ogół wyraźnie maleje. W niektórych zaburzeniach hormonalnych i stanach chorobowych pomiary fałdów skórno-tłuszczowych stanowią jeden z elementów postępowania diagnostycznego

Regulacja cieplna

Wobec zmian temperatury otoczenia człowiek posiada zdolność utrzymywania względnie stałej ciepłoty ciała. Zdolności utrzymywania stałej ciepłoty ciała zależą od wytwarzania ciepła endogennego i wypromieniowania jego poprzez skórę. Ośrodek zawiadujący regulacją tych procesów znajduje się w podwzgórzu. Z powierzchni skóry odbierane są przez ośrodek termoregulacji bodźce, które uruchamiają mechanizmy regulacyjne, w tym zwężanie bądź rozszerzanie naczyń włosowatych, pobudzanie lub hamowanie czynności gruczołów potowych, dreszczy, bądź wzmożenia lub zwolnienia przemiany materii. Po urodzeniu u noworodka i u niemowląt zdolności termoregulacyjne są mniejsze. Większa powierzchnia skóry, mniejsza kurczliwość naczyń włosowatych ułatwiają utratę ciepła. Niższa też jest w tym okresie funkcjonalna wydolność gruczołów potowych. Z tych względów noworodki i niemowlęta wrażliwe są zarówno na przegrzanie, jak i na oziębienie. Do pewnego stopnia

jednak braki te kompensuje większa zdolność do zmian natężenia przemiany materii. W wieku dziecięcym zdolności termoregulacyjne stopniowo się zwiększają, a większa przemiana materii powoduje, że jest im zwykle nieco cieplej niż dorosłym. Powyższe fakty zgodne są z opisanymi już uprzednio zmianami temperatury ciała u dzieci wraz z wiekiem (obniżanie się ciepłoty).

Układ oddechowy

Jako pierwotne zawiązki układu oddechowego zawiązują się w okresie życia wewnątrzmacicznego kieszonki skrzelowe, które szybko zanikają, a na ich miejscu ok. 6 tygodnia pojawiają się zawiązki płuc i oskrzeli. Około 18 tygodnia oskrzela posiadają rzęski i gruczoły śluzowe, zaś płuca wykonują sporadyczne ruchy oddechowe. Ruchy te umożliwiają przepływ płynu owodniowego w oskrzelach i pęcherzykach płuc. W 25 tygodniu stan dojrzałości płuc umożliwia już oddychanie w przypadku przedwczesnego porodu. Wymiana gazowa (O_2 i CO_2) między płodem a matką odbywa się na zasadzie dyfuzji poprzez łożysko. Po urodzeniu noworodka płuca wypełnione są płynem. Podjęcie funkcji oddechowych — pierwszy wdech i wydech — pierwszy krzyk noworodka jest najważniejszą fizjologiczną czynnością warunkującą życie w nowym środowisku. Oddychanie noworodka jest początkowo płytkie, nierównomierne. Stan rozwoju górnych dróg oddechowych jest u noworodka słaby. Posiada on mały wąski nos, słaby stan rozwoju zatok obocznych nosa. Rozwój zatok rozpoczyna się od drugiego roku życia, a zwłaszcza jeśli chodzi o zatoki czołowe w okresie 3 - 5 lat, szczękowe zaś około 6 roku życia, kiedy uzyskują pojemność ok. 15 cm^3. Nozdrza i kanał nosowy kształtują się około 4 roku życia. Krótka lejkowata krtań noworodka i niemowlęcia rozwija się w pierwszym roku życia uzyskując stopniowo kształt walcowaty. Silny rozwój krtani ma miejsce zwłaszcza u chłopców w okresie dojrzewania. Tchawica szybko wzrasta w drugiej połowie pierwszego roku, drugie zaś przyspieszenie rozwoju przypada na okres dojrzewania. Światło tchawicy zwiększa się od urodzenia do wieku dorosłego około 10-krotnie. Światło oskrzeli w tym czasie wzrasta około 8-krotnie, zaś oskrzelików tylko około 4-krotnie. Płuca do około 2 roku życia cechuje dość słaby rozwój. Ścianki pęcherzyków płucnych są mało elastyczne, pojemność płuc jest niewielka. W miarę zwiększania się tkanki płucnej i jej elastyczności wraz z wiekiem zwiększa się również pojemność płuc. Ciężar płuc noworodka wynosi ok. 57 g, w 2 roku życia ok. 230 g, w 7 ok. 420 g, w 16 roku ok. 700 g. Częstość oddechów zmniejsza się od ok. 45 na minutę u noworodka do ok. 37 u niemowląt, ok. 30 w wieku 3 lat, ok. 26 w wieku 5 lat, ok. 23 w wieku 6 lat, do ok. 16 - 18 u dorosłych. Z wiekiem zmienia się objętość oddechowa (TV w cm^3). Ilość powietrza pobieranego przy jednym normalnym wdechu wynosi u noworodka ok. 17 cm^3, w pierwszym miesiącu życia ok. 30 cm^3, w wieku 8 miesięcy ok. 56 cm^3, w wieku 2 lat ok. 120 cm^3, w wieku 6 lat ok. 156 cm^3, u 17-letnich ok. 420 cm^3, u dorosłych ok. 500 cm^3. Zmniejszenie częstości oddechów i zwiększenie ich głębokości poprawia wentylację minutową płuc od wartości 1300 cm^3 w pierwszym miesiącu życia, przez około 2700 cm^3 w pierwszym roku życia, do

wartości 3500 cm³ w wieku 4 - 6 lat i przeciętnie ok. 6200 cm³ w wieku 17 lat. Od urodzenia do wieku dorosłego pojemność życiowa płuc zwiększa się około 20 - 30-krotnie.

Beczkowaty kształt klatki piersiowej związany z prawie prostopadłym ustawieniem żeber w stosunku do kręgosłupa oraz słabość mięśni oddechowych utrudnia znacznie unoszenie żeber do góry, wobec czego w tym okresie rozwoju typowy jest brzuszny (przeponowy) tor oddychania. Dopiero obniżanie się mostka, spłaszczenie klatki piersiowej i obniżenie ukośne ku dołowi żeber zmieniają stopniowo kształt klatki piersiowej z cylindrycznego na zbliżony do ściętego stożka oraz tor oddychania z brzusznego na piersiowy.

Układ krążenia

Serce w rozwoju wewnątrzmacicznym zawiązuje się między 4 a 8 tygodniem życia. W tym okresie serce podejmuje swe funkcje, a około 10 tygodnia kończy się formowanie tego narządu. Od tego czasu między matką a płodem poprzez łożysko następuje wymiana krwi. Utleniona w łożysku krew płynie przez żyłę pępowinową, częściowo przez wątrobę do żyły głównej dolnej, gdzie miesza się z krwią odtlenioną żylną zabraną z narządów i części peryferyjnych. Cechą krążenia płodowego jest niewielki przepływ krwi przez tkankę płucną i kilkakrotne mieszanie się krwi utlenionej i nieutlenionej. Pierwszy wdech powietrza przez noworodka powoduje rozprężenie uprzednio uciśniętych naczyń włosowatych płuc i zwiększenie krążenia płucnego. Po urodzeniu w 3 miesiącu życia podziały komórek mięśniowych serca ustają i od tego momentu serce powiększa się dzięki zwiększaniu się ich wielkości. Stosunkowo duże serce u noworodka stanowi około 8% ciężaru ciała, gdy u dorosłego około 5%, co wiąże się z pracą serca w okresie płodowym — przepompowywanie krwi przez naczynia płodu, pępowinę i łożysko.

Stosunek ciężaru serca do ciężaru ciała w zależności od wieku podano poniżej w % według S. Nowaka.

Wiek	Chłopcy	Dziewczęta
0 - 1 miesiąc	7,74	7,23
1 - 12 miesięcy	7,31	7,56
2 - 5 lat	5,62	6,50
6 - 10 „	6,72	6,93
10 15 „	5,95	5,90
16 - 20 „	5,76	5,74

Mięsień sercowy w wieku do 2 lat rozrasta się 3-krotnie, a do 7 lat — ponad 5-krotnie. Stosunek wielkości komór u noworodka wynoszący 1:1 zmienia się w pierwszym roku na 2:1. Szybciej wzrasta lewa komora — do 16 roku życia powiększa się ona około 13-krotnie, gdy prawa 8-krotnie.

Z wiekiem zmienia się częstość tętna i pojemność minutowa, co pokazano w poniższym zestawieniu (za S. Nowakiem).

Wiek	Przeciętna częstość tętna	Granice normy	Pojemność min. w ml
Noworodek	125	100 - 180	500
1 - 11 miesięcy	115	90 - 140	600 - 800
2 lata	105	80 - 130	1100
6 lat	95	75 - 115	2000
8 „	90	70 - 110	2200
12 „	85	65 - 110	2600
16 „	75	60 - 100	3200

Nieregularne arytmiczne tętno nabiera rytmiczności około 6 - 7 roku życia. Z wiekiem rozrasta się system naczyniowy. Do okresu dojrzewania tętnica płucna jest szersza od aorty. Światło naczyń włosowatych jest stosunkowo większe u dzieci niż u dorosłych, dzięki czemu przepływa przez nie dwukrotnie więcej krwi niż u dorosłych. Z wiekiem ulega zmianie sylwetka serca – wydłuża się ono przybierając pozycję wiszącą. Podobnie jak tętno tak i ciśnienie krwi jest w dużej mierze zależne od licznych czynników zewnętrznych i dokładny pomiar tych wartości wymaga specjalnych warunków eliminujących wysiłek, napięcia psychiczne, zmiany pozycji ciała itp.

Zmiany ciśnienia tętniczego krwi z wiekiem ilustruje poniższe zestawienie (za S. Nowakiem).

Wiek	Ciśnienie średnie	
	skurczowe	rozkurczowe
Tuż po porodzie	70±16	46±12
Noworodek 3-tyg.	75±16	40±16
6 miesięcy	89±29	60±10
1 rok	94±14	55± 9
2 lata	96±30	66±25
5 lat	99±25	65±25
7 „	102±15	56± 8
10 „	110±17	60±10
14 „	118±19	70±10

Z wiekiem zachodzą zmiany w składzie krwi. Ilość krwi zwiększa się z wiekiem, lecz w przeliczeniu na jednostkę ciężaru ciała — maleje. Z wiekiem zmienia się również skład morfologiczny krwi, który zależy nie tylko od wieku dziecka, lecz także od czynników środowiskowych, sposobu żywienia, wysiłku fizycznego, stanu zdrowia. Zmiany składu morfologicznego krwi w zależności od wieku podano w następującym zestawieniu.

Wiek	Hb w %	Erytrocyty w mm^3	Leukocyty w mm^3	Płytki krwi
1 - 2 miesiące	84	4 450 000	12 100	231 000
1 rok życia	76	4 670 000	10 500	243 000
6 - 7 lat	80	4 870 000	10 600	–
14 - 15 „	86	4 980 000	7650	200 000
				300 000

Układ pokarmowy

Ukształtowany anatomicznie w fazie zarodkowej układ pokarmowy wykazuje dostateczną sprawność funkcjonalną około 6 miesiąca życia wewnątrzmacicznego. Sprawność ta kształtuje się dalej po urodzeniu do około 2 roku życia. U noworodków i niemowląt jama ustna ze względu na stosunkowo duży język jest mało pojemna. Czynność wydzielnicza gruczołów ślinowych jest słaba do około 5 miesiąca życia. Po tym okresie charakterystyczne jest ślinienie się niemowląt, które początkowo nie potrafią połykać śliny. Żołądek noworodka w kształcie pionowego worka o słabo rozwiniętej mięśniówce jest mało pojemny. Przy urodzeniu pojemność wynosi 7 - 10 ml, a w ciągu paru dni dochodzi do około 50 ml. Zmiany pojemności żołądka z wiekiem ilustruje poniższe zestawienie. Możliwość pobierania po

Wiek	Pojemność żołądka w ml
1 miesiąc	120
3 „	190
6 „	260
1 rok	380
2 „	600
6 „	820
Dorośli	3000

karmów przez niemowlęta jest więc stosunkowo mała. Długość jelit z wyjątkiem esicy jest dość znaczna i w przybliżeniu równa się długości ciemieniowo-siedzeniowej (*Si*) mnożonej przez 10. Wydzielanie soków trawiennych u noworodków i niemowląt jest słabe, a dodatni wpływ drobnoustrojów na procesy trawienia zaznacza się pod koniec okresu noworodkowego.

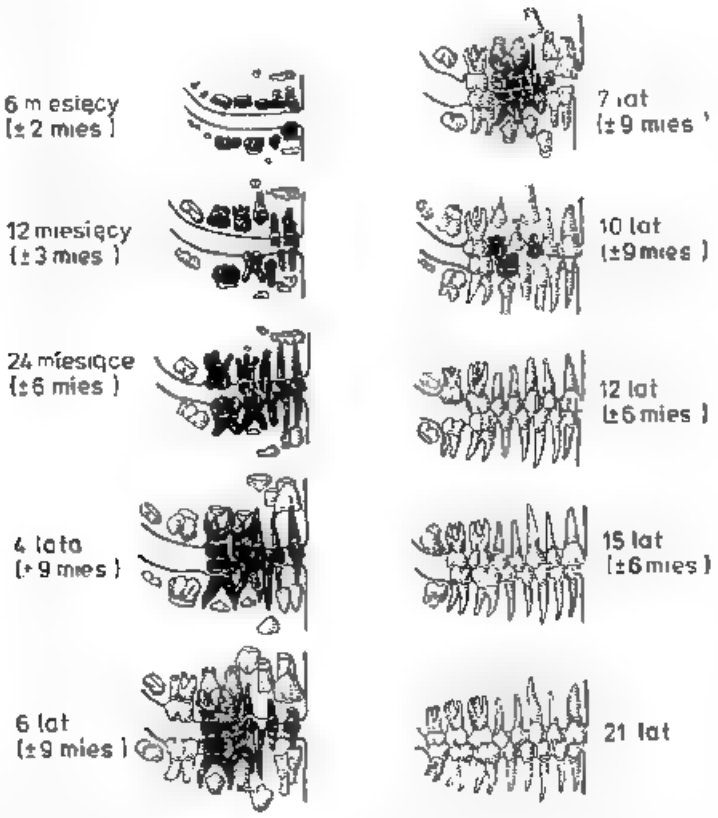
Wątroba noworodków i niemowląt jest bardzo duża, stanowi ona około 4,5% ciężaru ciała, gdy u dorosłego 2,5%. Z urodzeniem w zasadzie przestaje ona pełnić funkcje narządu krwiotwórczego podejmując funkcje trawienne przemiany tłuszczów, białek i węglowodanów, wytwarza liczne enzymy, albuminy oraz pełni funkcje odtruwające itd. Od trzeciego miesiąca bierze udział w przemianie węglowodanów, w gromadzeniu glikogenu, a od 5 miesiąca zaczyna wydzielać żółć. Trzustka po urodzeniu pełni funkcje wydzielania enzymów trawiennych oraz funkcje hormonalne i szybko proporcjonalnie do wzrastania organizmu powiększa swe rozmiary (do około 2 roku życia).

Uzębienie

W okresie wewnątrzmacicznym między 5 - 12 tygodniem pojawiają się zawiązki zębów mlecznych, zaś od 4 miesiąca fazy płodowej do 2 miesiąca po urodzeniu pojawiają się zawiązki zębów stałych. Najpóźniej około 5 roku życia powstają zawiązki trzecich trzonowców (M_3). Chronologia wyrzynania się zębów, zwłaszcza stałych zależy w pewnym stopniu od wpływu czynników środowiskowych. Pewne odrębności obserwuje się np. między wyrzynaniem się zębów u dzieci miejskich i wiejskich. Czas pojawiania się w miesiącach kolejnych zębów mlecznych prezentuje poniższe zestawienie.

Ząb	Szczęka	Żuchwa
i_1	8 (7 - 9)	7 (6 - 9)
i_2	9 (8 - 19)	10 (9 - 12)
c	18 (16 - 20)	17 (15 - 20)
m_1	14 (10 - 16)	14 (10 - 16)
m_2	25 (22 - 30)	23 (20 - 28)

Opóźnienie wyrzynania się kła wynika z nieco głębszego położenia jego zawiązka w szczękach. Wymiana zębów na stałe zaczyna się zwykle od żuchwy i proces ten



Ryc. 4.2.12. Schemat kształtowania się uzębienia mlecznego i stałego (wg Masslera)

trwa dłużej niż pojawianie się zębów mlecznych. Chronologia wyrzynania się tych zębów jest jak podano w poniższym zestawieniu. W okresie 2 - 4 lat życia korzenie

Ząb	Szczęka	Żuchwa
I_1	6 - 8	5 - 7
I_2	6,5 - 9	6 - 8,5
C	9 - 13	9 - 11
P_1	7,5 - 10	8 - 12
P_2	7,5 - 11,5	9 - 14
M_1	5,5 - 7,5	5 - 7,5
M_2	10 - 14	9 - 14
M_3	17 - 40	17 - 40

zębów mlecznych osiągają pełne długości i od tego wieku rozpoczyna się zanik (resorbcja) korzeni począwszy od zęba i_1. Zęby stałe pełną długość korzeni osiągają w wieku 10 lat.

Układ wydalniczy

W życiu płodowym czynność nerek jest mało istotna. U płodów i noworodków nerki położone są nieco niżej niż u dorosłych. Są one również stosunkowo większe i cięższe niż u dorosłych, bowiem ciężar obu nerek stanowi u noworodka około 0,75% ciężaru ciała, gdy u dorosłych około 0,45%. Mimo, że w momencie urodzenia nerki są przygotowane do swych funkcji, to jednak ich sprawność jest nieco niższa (posiadają one mniejszą zdolność zagęszczania moczu), lecz wystarczająca dla normalnego funkcjonowania organizmu. Pojemność pęcherza moczowego noworodka wynosi ok. 50 ml, u dziecka rocznego osiąga 200 ml i w wieku 15 lat około 1300 ml. Od około 2 roku życia pęcherz moczowy jest większy u chłopców niż u dziewcząt. Opanowanie świadomego oddawania moczu ma miejsce między 2 a 3 rokiem życia.

Układ nerwowy

Prawidłowy rozwój psychiczny i rozwój funkcji nerwowych zależy od rozwoju ośrodkowego układu nerwowego. Rozwój układu nerwowego rozpoczyna się w fazie zarodkowej od około 3 tygodnia życia. Intensywne podziały komórek nerwowych - neuronów od 4 - 5 miesiąca płodowego mają miejsce jeszcze do ok. 18 miesiąca po urodzeniu. Od 4 miesiąca życia wewnątrzmacicznego ma miejsce proces mielinizacji włókien nerwowych według określonej kolejności, a u noworodka około połowa włókien posiada osłonki mielinowe, a obecnych jest około 75% neuronów. Ciężar mózgu noworodków męskich wynosi ok. 330 g, żeńskich 285 g, co stanowi 1/9 ciężaru ciała, podczas gdy u dorosłych około 1/4 ciężaru ciała. Po urodzeniu szybki przyrost masy mózgu ma miejsce do około 2 roku życia osiągając ciężar od 1000 g. Powiększanie się neuronów, powstawanie wypustek i połączeń między

neuronami i mielinizacja włókien nerwowych warunkują stopniowe dojrzewanie układu nerwowego i lepszą integrację informacji płynących z otoczenia do mózgu, poprawiają sprawność przechodzenia impulsów biegnących wzdłuż włókna nerwowego. Mimo znacznego zaawansowania rozwojowego układu nerwowego noworodka nie jest on morfologicznie i czynnościowo dojrzały. Mózg 3-miesięcznego niemowlęcia stanowi około 1/3 ciężaru mózgu dorosłego, a w 9 - 10 miesiącu ok. 1/2, gdy w 5 roku ciężar mózgu jest już bliski ostatecznych wartości ok. 1300 - 1400 g. W okresie od urodzenia do wieku dorosłego mózg wzrasta pod względem ciężaru ok. 3,5-krotnie. Dojrzewanie sprawności ośrodkowego układu nerwowego ma miejsce według kolejności filogenetycznego rozwoju jego części: rdzeń przedłużony–podwzgórze–móżdżek-kora mózgu. Pełna dojrzałość układu nerwowego jest według niektórych badaczy osiągana z końcem okresu dojrzewania. W początkach okresu dziecięcego zaczyna kształtować się lateralizacja, to jest przewaga czynnościowa prawej bądź lewej ręki czy też nogi. Rozwój zmysłów. Zmysł czucia skórnego i zmysł równowagi kształtują się po urodzeniu, wcześniej niż zmysł wzroku i słuchu, smaku i powonienia.

Aktywność ruchowa

Już w okresie płodowym stwierdzić można przejawy aktywności ruchowej. Uogólnione ruchy ciała w tym okresie są odczuwane jako przejawy kopania. Ruchy płodu wywoływane przez skurcze mięśni pobudzają krążenie, a więc dowóz substancji odżywczych i tlenu do tkanek. Po urodzeniu u noworodka aktywność ruchowa jest spontaniczna. Noworodek reaguje na bodźce zewnętrzne skurczami znacznej liczby mięśni całego ciała. Różnorodne bodźce, w tym głód czy ból wywołują oprócz płaczu nagłe wymachy kończyn. Początkowo u noworodków i niemowląt ruchy są bezładne, nieskoordynowane i niezamierzone (bezwarunkowe). Zróżnicowanie i celowość ruchów kształtuje się stopniowo w kierunku odgłowowym. Ruchliwość niemowląt sprzyja właściwemu rozwojowi, toteż krępowanie tej aktywności w tym okresie może powodować pewne opóźnienia rozwojowe (żłobek). Jako pozostałość rozwoju rodowego traktują niektórzy odruch chwytny, tzw. Darwina (małpi) noworodka. Zaciskający chwyt toniczny palców rąk jest tak silny, że może on pozostawać w pozycji zwisu. Odruch ten zanika około 4 miesiąca. Inne typowe dla tego okresu odruchy (płaczu, ssania i połykania, Moro, ryjkowy, cofania, stąpania itd.) stanowią przedmiot zainteresowania medycyny i psychologii. Zdolność unoszenia głowy kształtuje się około 3 miesiąca, dziecko potrafi oburącz chwycić przemiot, nawiązuje pierwszy kontakt z otoczeniem, uśmiecha się i zaczyna rozpoznawać osoby. Siadanie ma miejsce ok. 6 - 8 miesiąca i w tym czasie ruchy stają się bardziej celowe. W 8 miesiącu niemowlę rozpoczyna pełzać i raczkować oraz wykazywać zainteresowania manipulacyjne, a w 1 roku życia przyjmuje postawę stojącą i nieco później rozpoczyna chodzenie. Dzieci z większym napięciem mięśniowym szybciej opano-

wują czynność siadania, stania i chodzenia, wykazują one również nieco większą ruchliwość. Aktywność ruchowa nasila się zwłaszcza w wieku 6 - 9 lat, kształtuje się tu płynność i harmonijność ruchów całego ciała. Kształtowanie precyzji, szybkości, siły i wytrzymałości ma miejsce między 10 a 13 rokiem życia. Wchodząc w okres pokwitania młodzież wykazuje często pewną ociężałość ruchową, bowiem zanika spontaniczność ruchu warunkowana tzw. głodem ruchu. Rodzaj zajęć wychowania fizycznego powinien w tym czasie uwzględniać wymogi odpowiedniego ukształtowania postawy ciała i sylwetki. Siła dynamiczna i poczucie równowagi jest największe w okresie 23 - 26 lat, zaś siła statyczna między 25 a 30 rokiem życia. Regres motoryczności człowieka ma miejsce od około 30 roku życia.

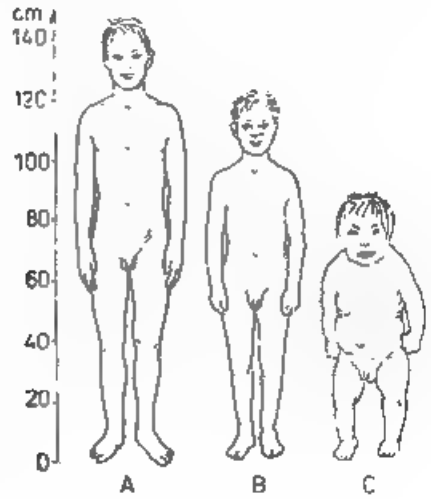
Układ wewnątrzwydzielniczy a rozwój

Zjawiska rozwojowe, są stymulowane i kontrolowane hormonalnie. Aktywność hormonalna związana jest z działalnością ośrodkowego układu nerwowego, zwłaszcza z podwzgórzem. Neurohormony aktywizują bądź dezaktywizują przysadkę mózgową, przez którą pobudzona jest działalność sekrecyjna gruczołów położonych obwodowo.

Przysadka pełni więc rolę nadrzędną w stosunku do innych gruczołów wydzielania wewnętrznego. Wytwarza ona kilka hormonów:

Hormon wzrostowy HGH (somatotropowy) Stymuluje on przemianę materii, rozwój komórek i tkanek (zwłaszcza tkanki kościotwórczej) czynność chrząstek przynasadowych. Zahamowanie wydzielania tego hormonu wywołuje karłowatość przysadkową, przy której proporcje ciała nie ulegają zmianie. Hormon ten mimo, że wydzielany jest u noworodków działa na chrząstki wzrostowe od ok. 2 roku życia;

Hormony gonadotropowe. Noworodki pozostają przejściowo pod wpływem gonadotropin łożyskowych. Aktywność folikulostymuliny (FSH), hormonu luteini-



Ryc. 4.2.13. Porównanie stanu rozwoju i cech budowy 11-letnich chłopców: A — zdrowy, B — karłowatość przypadkowa, C — wrodzona niedoczynność tarczycy

zującego (LH) zaczyna się ujawniać od około 8 - 9 roku życia i stopniowo wzrasta do szczytowej fazy wydzielania w okresie dojrzewania płciowego, po czym poziom gonadotropin we krwi nieco obniża się. Hormony te pobudzają u mężczyzn jądra do wydzielania testosteronu (androgen jądrowy), zaś u kobiet do wydzielania estrogenów i progesteronu. Przedwczesne wydzielanie gonadotropin (przed 8 rokiem życia) powoduje przedwczesne dojrzewania płciowe;

Prolaktyna wpływa na rozwój gruczołów piersiowych i przy współudziale HGH wpływa na laktację u kobiet;

Hormon adrenokortykotropowy (ACTH) działa pobudzająco na czynności wydzielnicze kory nadnerczy, stymuluje wydzielanie kortykoidów i androgenów;

Tyreotropina pobudza działalność tarczycy, która pod jej wpływem wydziela tyroksynę;

Wazopresyna nie jest wydzielana przez przedni (gruczołowy) płat przysadki, lecz przez tylny - nerwowy. Działa ona pobudzająco na skurcze mięśni gładkich, reguluje stopień stężenia moczu, ciśnienie osmotyczne krwi.

Tarczyca. Działalność gruczołowa przejawia się już we wczesnym okresie płodowym pod wpływem tyreotropiny. Tyroksyna wpływa na rozwój i uwapnienie chrząstek przynasadowych, na rozwój zębów, intensywność przemiany materii, a także na sprawność umysłową i inne. Zakłócenia funkcji tarczycy mogą prowadzić do hiperfunkcji bądź hipofunkcji. Hiperfunkcja, zwłaszcza u dziewcząt, powoduje tzw. chorobę Basedowa i nieznacznie przyspiesza rozwój fizyczny, podwyższa emocjonalność, szybkość reakcji, niestałość nastroju. Hipofunkcja powoduje natomiast zahamowanie rozwoju kości, zębów oraz mózgu. Powoduje to zmiany degeneratywne komórek nerwowych, w efekcie — zahamowanie rozwoju umysłowego — kretynizm. W przypadkach genetycznie uwarunkowanej niedoczynności gruczołu tarczowego, zahamowania rozwojowe w okresie płodowym są znaczne. W cięższych przypadkach po urodzeniu w ciągu rozwoju proporcje szkieletu zachowują formy infantylne. Hondrodystrofia powoduje krótkość i poszerzenie kości, opóźnienie rozwoju szkieletu twarzy, szeroką nasadę nosa przy silnym jego skróceniu, szerokie rozstawienie oczu. Jądra kostnienia pojawiają się późno, ma miejsce dyzgenezja nasad kości, a centra kostnienia pojawiają się w nieprawidłowych miejscach zmienionej chrząstki. Zahamowane jest wyrzynanie się zębów. Wytwarzany przez tarczycę drugi hormon — halcytonina reguluje poziom wapnia we krwi i gospodarkę wapniową ustroju.

Gruczoły przytarczyczne wydzielają parathormon, który reguluje poziom wapnia i fosforu w osoczu krwi.

Grasica wykazuje silny rozwój w okresie niemowlęcym, natomiast od 7 roku — wczesnego dzieciństwa — wykazuje tendencję do zmniejszania się i prawie całkiem zanika w okresie pokwitania.

Szyszynka u dzieci stosunkowo duża, lecz od około 7 roku życia ulega inwolucji.

Gruczoły nadnerczowe w części korowej produkują glikokortykoidy, mineralokortykoidy i androgeny nadnerczowe, zaś w części rdzeniowej — katecholaminy (adrenalinę i noradrenalinę). Zwiększona funkcja wydzielnicza nadnerczy ma miejsce około 8 - 9 roku życia — zwiększone jest wydzielanie androgenów nadnerczowych, które wraz z jądrowymi są odpowiedzialne za kształtowanie się drugorzędowych cech płciowych, np. owłosienie itd. Kortykoidy wpływają na tempo rozwoju, decydują o rozwoju mięśni. Z defektów wydzielania glikokortykoidów, np. we wtórnej hipoplazji kory nadnerczy (choroba Kuschinga), wynikają zahamowania rozwoju. Retardacja rozwoju zależy od czasu i momentu wystąpienia choroby. Zahamowany jest też rozwój płciowy, czemu towarzyszy znaczne otłuszczenie i zaburzenia sfery psychiki. Przy wrodzonej dysfunkcji kory nadnerczy występuje deficyt wydzielania kortykoidów i nadprodukcja androgenów. Już od urodzenia widoczna jest hiperandrogenizacja ustroju. Noworodki wykazują nadwyżkę ciężaru ciała związaną z anabolicznym wpływem androgenów. W rozwoju dzieci te przewyższają rówieśników, jednak przyspieszone kostnienie prowadzi do niskorosłości. Począwszy od 5.- 6 roku życia proporcje ciała stają się męskie, poszerzone są barki, silny jest rozwój mięśni. Zaburzenie proporcji budowy ciała wyraża się długim tułowiem w stosunku do kończyn. Wczesna jest mutacja głosu jeszcze w okresie wczesnego dzieciństwa. Częste są zaburzenia psychoseksualne. U dziewcząt ma miejsce wirilizacja i przejawy zainteresowań typowo męskich.

Trzustka pełni funkcje gruczołu trawiennego produkując lipazę, diastazę i trypsynę oraz funkcję gruczolu wydzielania wewnętrznego. Komórki alfa wydzielają hormon glukagon, a beta insulinę, które regulują przemianę węglowodanową ustroju. Wysepki Langerhansa stanowią u noworodka około 1/3 tego narządu, gdy u dorosłego około 3%. Rozwój wysepek można odnotować do 3 roku życia i w okresie pokwitania. Insulina i glukoza swobodnie przenikają przez łożysko, cukrzyca u ciężarnej i wyższy poziom glukozy prowadzi do przerostu wysepek Langerhansa oraz stanowi o wyższym ciężarze urodzeniowym noworodków. Częstsze u takich noworodków bywają wady wrodzone.

Gonady. Podstawowe cechy płci męskiej bądź żeńskiej różnicują się pod wpływem genów w około 7 tygodniu fazy zarodkowej. Rola hormonów w tym procesie nie jest w pełni jasna. Produkcja androgenów w około 12 tygodniu prowadzi do kształtowania się penisa i moszny. Estrogeny matczyne powodują przejściowo u noworodków żeńskich powiększenie macicy. Po urodzeniu przez jakiś czas hormony płciowe matki mogą oddziaływać na narządy płciowe dziecka. Szybki rozwój narządów płciowych w okresie płodowym pozwala na określanie na ich podstawie płci noworodków. Do około 6 - 7 roku życia wzrost narządów płciowych jest nieznaczny. Pewne przyspieszenie ma miejsce od około 8 roku życia, kiedy to gonady wykazują początkowo wolny, a później szczególnie w okresie pokwitania bardziej przyspieszony rozwój. Od około 8 - 9 roku życia wzrasta poziom androgenów nadnerczowych. Nieco później podwyższa się u chłopców poziom androgenów jądrowych — około 13 roku życia i u dziewcząt poziom estrogenów — 10 - 13 lat.

Wzrost wydzielania ACTH sprzyja u chłopców podwyższeniu poziomu androgenów nadnerczowych i jądrowych. Pojawiające się w okresie podrostkowym gonadotropiny wpływają na rozrost jąder i pobudzają do produkcji komórki śródmiąższowe jąder, a więc do wydzielania testosteronu. Wydzielanie androgenów i testosteronu warunkuje kształtowanie się w okresie pokwitania drugorzędnych i trzeciorzędnych cech płciowych charakterystycznych dla mężczyzn. Powiększają się więc jądra, moszna i prącie, gruczoł krokowy, zmienia się kształt krtani, rozrasta się kościec oraz mięśnie. Sprawność gonad przejawia się produkcją plemników, stanami napięcia seksualnego, które mija w trakcie samoistnych polucji podczas snu, które pojawiają się z częstotliwością co 2 - 4 tygodnie.

U dziewcząt gonadotropiny pobudzają pęcherzyk Graafa do rozwoju, który kończy się z wydaleniem jaj. Pęknięciu pęcherzyka Graafa towarzyszy sekrecja progesteronu, który jest produkowany przez przedni płat przysadki. Intensywniejsze jest też wydzielanie ACTH i androgenów nadnerczowych, które decydują o rozwoju mięśni, kośćca i owłosienia. Wytworzone pod wpływem gonadotropin estrogeny pobudzają rozwój narządów płciowych i tkanki tłuszczowej, a więc do rozwoju macicy i pochwy, a wraz z prolaktyną pobudzają rozwój gruczołów piersiowych. Progesteron wpływa na wydalenie z krwawieniem miesięcznym niezapłodnionego jaja, sprzyja zagnieżdżeniu i utrzymaniu się zapłodnionego jaja, hamuje procesy owulacyjne u ciężarnych. Już w około 15 roku życia widoczna jest u dziewcząt zależność między poziomem sekrecji estrogenów a długością tułowia, wymiarami miednicy, szerokością klatki piersiowej i ciężarem ciała. U dziewcząt o budowie ektomorficznej aktywność estrogenów jest mniejsza niż u dziewcząt o budowie mesosomicznej, a zwłaszcza endomorficznej. Dla poznania roli wpływu podwyższonej sekrecji estrogenów prowadzi się obserwacje dziewcząt z zespołem przedwczesnej dojrzałości płciowej. We wszystkich grupach wieku dziewczęta te wykazują wyższe wartości cech somatycznych oraz przyspieszenie procesów kostnienia i wcześniejsze zahamowanie wzrastania długości kości.

Również u chłopców różne czynniki patogenne mogą zaburzać rozwój somatyczny i płciowy. Zaburzenia te dzieli się na 4 podstawowe grupy: interseksualizm, dysgenezja gonad, hipogonadyzm i przedwczesne dojrzewanie płciowe. Do interseksualizmu zalicza się:

a) obojnactwo prawdziwe, gdy stwierdza się obecność obu rodzajów gonad,

b) obojnactwo rzekome męskie z różnymi jego postaciami,

c) obojnactwo rzekome żeńskie.

Dysgenezję gonad u podłoża której leżą najczęściej zaburzenia strukturalne chromosomów płciowych dzieli się na 4 podstawowe zespoły:

a) Swyera - czysta dysgenezja gonad, większość osobników genotypowo męskich *XY*, wzrost około 160 - 170 cm, wirilizacja bądź feminizacja somatotypu,

b) Turnera z układem genotypowym najczęściej *XO*, niski wzrost, opóźnienie wieku kostnego po 12 roku życia, duża guzowatość paznokciowa, zaburzenie (skrócenie) proporcji ręki,

c) Rössle'a,

d) Bonnevie-Ullricha.

Różne są również postacie hipogonatyzmu oraz jego przyczyny (np. świnka, cukrzyca, alkoholizm, niedożywienie itd.) – zewnętrzne oraz genetyczne, jak m. in. zespół Klinefeltera najczęściej o genotypie XXY.

Przedwczesne dojrzewanie płciowe można podzielić na szereg jednostek w zależności od czynników wywołujących wydzielone jednostki. Zbliżone są w tych jednostkach właściwości funkcjonalne układu wydzielania wewnętrznego i właściwości somatyczne. Zmiany polegają tu na przyspieszonym rozwoju drugorzędnych cech płciowych. Szybkie kostnienie szkieletu doprowadza do zaburzeń proporcji budowy ciała w postaci długiego tułowia, krótkich kończyn, w tym stóp i rąk.

Rola układu hormonalnego w rozwoju sprowadza się do sterowania procesami wzrastania, do wywierania wpływu na procesy przemiany materii, podziałów komórek, wzrastania organizmu, różnicowania się jego struktur biochemicznych i morfologicznych oraz dojrzewania narządów i integracji funkcjonalnej ustroju. Układ hormonalny zapewnia więc homeostazę ustroju przy zmianach właściwości środowiska zewnętrznego. Śledzenie różnorodnych zaburzeń tego układu oprócz wyjaśnienia roli sekrecji poszczególnych gruczołów w procesie rozwoju daje podstawy do stosowania metod antropologicznych dla określania stopnia i kierunku odchyleń cech somatycznych od normy rozwojowej oraz pozwala na obiektywizację oceny wyników leczenia tych zaburzeń.

Rozdział trzeci

Czynniki rozwoju osobniczego

Ontogeneza wykazuje zróżnicowanie międzyosobnicze warunkowane genetycznie i ekologicznie. Szybsze lub wolniejsze może być tempo rozwoju, a wartości ostateczne cech mogą być większe lub mniejsze.

Procesy rozwojowe organizmu uwarunkowane są i regulowane przez trzy grupy czynników:

1. Czynniki endogenne genetyczne, czyli determinatory rozwoju,
2. Czynniki endogenne paragenetyczne, czyli stymulatory rozwoju,
3. Czynniki egzogenne, czyli modyfikatory rozwoju
   a) biogeograficzne modyfikatory naturalne, w tym:
   — flora i fauna
   — zasoby mineralne, skład wody i gleby oraz powietrza
   — klimat
   — ukształtowanie terenu,
   b) społeczno-kulturowe — modyfikatory kulturowe, w tym:
   — pochodzenie społeczne
   — charakter i wielkość środowiska (miasto, miasteczko, wieś)
   — poziom wykształcenia
   — wysokość zarobków
   — tradycje i zwyczaje społeczne.

Wydziela się również czwarty czynnik tryb życia, który wiąże się poniekąd z uwarunkowaniami genetycznymi i środowiskowymi. Grupą czynników genetycznych i paragenetycznych zajmuje się genetyka, zaś grupą czynników egzogennych ekologia człowieka.

Fenotyp jednostki w trakcie rozwoju zależy od genotypu, który w sposób w zasadzie bezpośredni i niezmienny determinuje cechy jakościowe, oraz od czynników środowiskowych, które modyfikująco wpływają na cechy ilościowe, które stanowią wypadkową oddziaływania czynników endo- i egzogennych.

Realizacja fenotypu na podłożu określonego genotypu to epigeneza.

W procesie epigenezy następuje dostrajanie się funkcjonowania zespołów genów oraz interakcja genotypu ze środowiskiem. Niezwykle ważną właściwością epi-

genezy jest zróżnicowanie czasowe początku, długości trwania i końca funkcjonowania różnych zespołów genów. W takiej sytuacji zakodowane genetycznie zakresy możliwości realizacji szlaków rozwojowych w obrębie danego kanału nie mogą być urzeczywistnione w ciągu jednego życia, gdyż organizm poprzez działanie warunków środowiskowych wybiera jeden wariant — szlak rozwojowy. Niekiedy czynniki egzogenne wywołują fenotypowo efekt podobny do tego, który jest determinowany genetycznie. Zjawisko takie określa się terminem fenokopii. Przyczyna fenokopii mogą być np. wady wrodzone (stanowiące wynik uwarunkowań genetycznych lub stanowiące wynik wpływu czynników zewnętrznych) — rozszczepy podniebienia, niedorozwój zastawek serca, głuchota, ślepota itp. Rezystencja, jest to opór stawiany przez rozwijający się organizm w stosunku do czynników środowiska, które stara się odkształcić plastyczne struktury biologiczne ustroju. Istnieją międzyosobnicze różnice rezystencji, jak również zmienia się ona w ciągu życia jednostki. Do określenia względnego udziału determinant genetycznych i modyfikatorów zewnętrznych na wartości cech ilościowych w trakcie rozwoju służą różnego rodzaju miary odziedziczalności, jak np.

$$h^2 = \frac{S^2_{DZ} - S^2_{MZ}}{S^2_{DZ}},$$

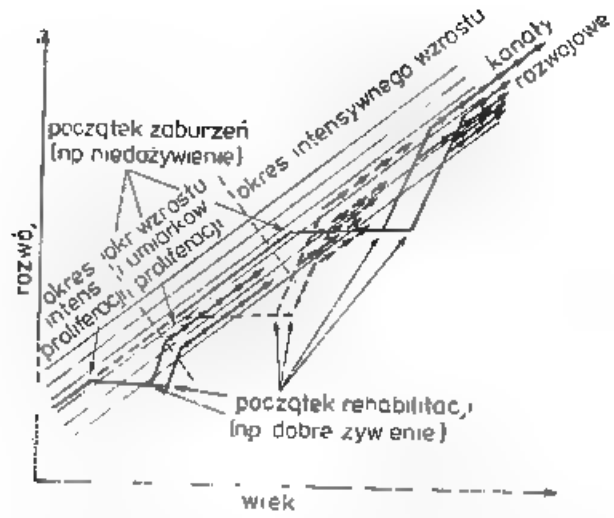
gdzie S^2_{DZ} — wariancja cechy u bliźniąt dizygotycznych,
S^2_{MZ} — wariancja cechy u bliźniąt monozygotycznych.

Im wynik bliższy jest 1, tym cecha bardziej jest determinowana genetycznie, im zaś bardziej zbliżają się do wartości 0, tym większy wpływ wywierają nań czynniki zewnętrzne. Podobnie można porównywać w tym celu wariancje cech bliźniąt MZ, które były wcześnie rozłączone i wzrastały w różnych środowiskach z wariancją cech bliźniąt żyjących razem.

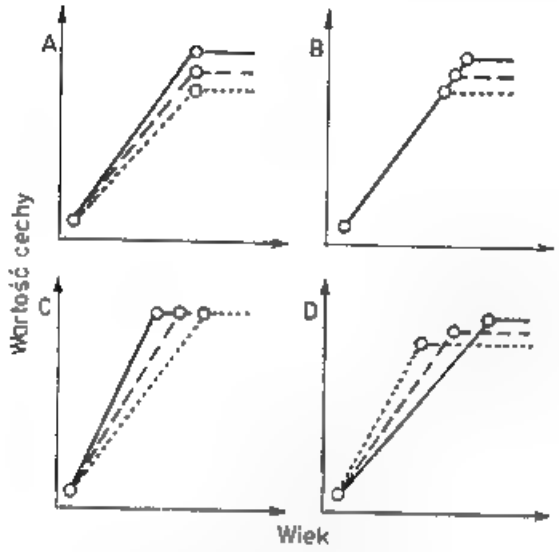
> Adaptabilność (przystosowalność) to nieodwracalne zmiany w trakcie rozwoju osobniczego nie utrwalające się w cechach dziedzicznych.

Adaptabilność w zasadzie nie może być mierzona u jednostek, bowiem realizują one określony szlak rozwojowy. Można ją szacować u osobników identycznych genotypowo (bliźnięta MZ) rozwijających się w różnych warunkach. Można też ją oceniać w próbkach z jednej populacji żyjących w skrajnie różnych warunkach lub też w grupach osobników o znanych właściwościach genotypów.

Obserwacje wskazują na to, że jednostki rozwijają się w zasadzie w ramach określonych genetycznie i względnie stałych kanałach rozwojowych. Podstawy tej teorii zarysował N. Wolański w postaci tzw. teorii limitowanego ukierunkowania rozwoju. Według tegoż można przypuszczać, że istnieją mechanizmy homeostatyczne powodujące pewną kontynuację postaci w ciągu rozwoju organizmu przebiegającego stale w tych samych warunkach środowiskowych. Stałość homeostazy rozwojowej nazywa się homeorezą. W ustabilizowanej panmikstycznej populacji osobnicy różniący się genotypowo reprezentują odmienne typy rozwoju i odmiennie kształtują różne typy morfo-funkcjonalne do wieku dorosłego. W zasadzie każdy



Ryc. 4.3.1. Schemat wpływu zaburzeń rozwoju (głód, przewlekłe choroby itp.) na zmianę kanału rozwojowego oraz zależność tej zmiany od okresu zadziałania czynnika i czasu jego trwania



Ryc. 4.3.2. Teoretyczne wzorce rozwoju biologicznego człowieka

genotyp realizuje swój rozwój według własnego szlaku, jednak jak się okazuje można je z grubsza pogrupować w zależności od różnic genetycznych w pewne specyficznie różniące się kanały rozwojowe. Fenotypowo przejawia się to podobieństwem morfologicznym, od którego zależy ów kanał.

Geny warunkujące morfotyp dziecka pochodzą w połowie od ojca i w połowie od matki. Mimo braku ludzi (poza bliźniętami MZ) o jednakowym genotypie pewne podobieństwa wpływają na zbliżony przebieg rozwoju i charakter cech morfologicznych wieku dorosłego. Zakłada się, że dzieci podobne do siebie genotypowo będą realizowały swój rozwój w ramach określonego dla nich kanału rozwojowego.

> Przez kanał rozwojowy rozumie się zakres zmienności cechy w trakcie rozwoju, właściwy dla danej grupy, której podobieństwo morfologiczne świadczy o podobieństwie genetycznym. Szlak rozwojowy jest natomiast indywidualną krzywą wzrastania osobnika, zaś pojęcie toru rozwojowego określa się linią rozwojową populacji lub jej frakcji.

Indywidualnie można zmieniać zdeterminowany genetycznie szlak rozwoju poprzez działanie czynników zewnętrznych. Czynniki zewnętrzne decydują bowiem o zakresie poziomu rozwoju w ramach genetycznie zdeterminowanego kanału.

Różne typy rozwoju przedstawił w postaci 4 modeli teoretycznych N. Wolański (1972) (ryc. 4.3.2);

A — tempo rozwoju jest zróżnicowane, zahamowanie rozwoju następuje w tym samym wieku, co prowadzi do zróżnicowania ostatecznej wielkości cechy;

B — tempo rozwoju jest takie samo, zahamowanie rozwoju następuje w różnym czasie, co warunkuje różne ostateczne wartości cechy;

C — tempo rozwoju jest zróżnicowane, zahamowanie rozwoju następuje

w różnym czasie, co warunkuje, że ostateczne wartości cechy są takie same;

D — im szybszy jest rozwój cechy, tym szybsze jest wyhamowanie tego procesu i mniejsza wartość ostateczna cechy.

Czynniki endogenne — determinatory rozwoju

Genetyczna determinacja rozwoju przejawia się w tym, że jedne geny kontrolują ten proces przez odpowiednie funkcjonowanie układu wewnątrzwydzielniczego, gdy inne geny decydują o różnicach dynamiki rozwoju. Wydaje się, że w różnych sekwencjach czasu różna jest aktywność genów odpowiedzialnych za rozwój osobniczy.

Prawidłowości genetycznego ukierunkowania cech ilościowych zaczęto wyjaśniać na przełomie XIX i XX wieku. Duży wkład do tych badań wnieśli: F. Galton i K. Pearson w zakresie określenia wpływu wysokości ciała rodziców na wartości tej cechy u potomstwa.

Płeć

Genetyczne zdeterminowanie płci człowieka warunkuje zasadnicze różnice rozwoju chłopców i dziewcząt, które dotyczą odmiennego tempa wzrastania, różnic w zakresie ostatecznych wymiarów i proporcji ciała. Sądzi się, że mniejsze zaawansowanie procesów rozwojowych w stosunku do wartości ostatecznych chłopców niż dziewcząt w tym samym wieku, mniejsza odporność biologiczna chłopców np. wyrażona wyższą śmiertelnością okołoporodową i łatwiejsze odchylanie się ich szlaku rozwojowego warunkowane jest heterochromosomami płciowymi *XY*. Lepsze ukierunkowanie ontogenezy dziewcząt (rezystencja) warunkowane jest posiadaniem przez nie chromosomów *XX*, co powoduje większą stałość tego procesu i mniejszy wpływ czynników środowiskowych. Jednak jak się wydaje dziewczęta odchylone od prawidłowego szlaku rozwojowego powracają nań trudniej niż chłopcy.

O roli genów chromosomu *Y* możemy wnioskować na podstawie obserwacji zespołów anomalii genetycznych. Tak np. w zespole Klinefeltera *XXY* również rozwój fizyczny jest opóźniony. Opóźnienie rozwoju przejawia się w później przebiegających procesach kostnienia, co przedłuża proces wzrastania i warunkuje większe ostateczne wymiary ciała chłopców. U płodów ludzkich dymorfizm płciowy wyrażony jest słabo. Dotyczy on wcześniejszego przebiegu kostnienia, a w okresie okołoporodowym widoczne są różnice długości i ciężaru ciała. U małych dzieci dymorfizm jest słabo zaznaczony, choć bezwzględne wartości wysokości i ciężaru ciała wyższe są u chłopców, zaś grubości fałdów skórno-tłuszczowych — u dziewcząt. Najsłabiej dymorfizm w wysokości i ciężarze ciała zaznacza się w wieku 10 - 11 lat, gdy dziewczęta zrównują się wartościami tych cech z chłopcami. Różnice w rozwoju w zależności od płci można ująć w następujące punkty:

1. Do okresu dojrzewania płciowego różnice cech antropometrycznych i proporcje budowy ciała są niewielkie i w liczbach bezwzględnych cechy te niższe są u dziewcząt;

2. Dojrzewanie płciowe jest wcześniejsze u dziewcząt o 16 - 18 miesięcy i w tym czasie w wieku 12 - 13 lat przewyższają one przeciętnie chłopców w zakresie licznych cech antropometrycznych, np. wysokością i ciężarem ciała. U dziewcząt wcześniejsze jest wyrzynanie zębów, kostnienie nasad kości i uzyskiwanie ostatecznych wymiarów ciała;

3. W okresie dojrzewania kształtują się u obu płci ostateczne różnice dymorficzne przejawiające się w różnicach proporcji budowy ciała, np. u dziewcząt szersze są biodra w stosunku do barków, dłuższy jest tułów w stosunku do kończyn dolnych, głębsza jest klatka piersiowa w stosunku do jej szerokości;

4. Przez cały okres wzrastania dziewczęta są bardziej zaawansowane w stosunku do wartości ostatecznych niż chłopcy — posiadają słabszą siłę mięśniową, mniejszą pojemność płuc, wielkość serca, szybsze tętno, grubszy fałd skórno-tłuszczowy, a po okresie dojrzewania odmienny rozkład tkanki tłuszczowej (biodra, podczas gdy u chłopców — pas barkowy). Różnice dotyczą też rozmieszczenia na ciele owłosienia i wielu innych cech;

5. Dziewczęta wykazują większą odporność biologiczną na oddziaływanie wpływów środowiska, w tym również na czynniki chorobowe, na działanie niekorzystnych warunków bytowych.

Rasa

Zależność procesów rozwojowych od cech rasowych i różnic międzypopulacyjnych jest stosunkowo mało jeszcze poznana. Z różnic międzyodmianowych pewne odrębności rozwojowe zaobserwowano i to już w okresie płodowym między przedstawicielami odmiany białej i czarnej. Wcześniejsze jest m. in. pojawianie się centrów kostnienia u płodów odmiany czarnej. Dojrzałość szkieletowa u przedstawicieli tej odmiany jest wcześniejsza we wszystkich fazach rozwoju. Ten stan powoduje wcześniejsze dojrzewanie płciowe, większe zaawansowanie w różnych fazach progresywnego rozwoju biologicznego warunkujące lepszą sprawność motoryczną w stosunku do dzieci odmiany białej. Wcześniejsze więc jest siadanie, stanie, lepsza sprawność ruchowa, szybsze wyrzynanie zębów. Większe różnice między obu odmianami widoczne są u chłopców niż u dziewcząt. Mieszańcy międzyodmianowi cechują się wartościami pośrednimi, przy czym zaznacza się zazwyczaj nieco większy wpływ na organizm potomny genotypu matki, a więc istnieje pewnego rodzaju zależność rozwoju mieszańców od tego czy matka jest Murzynką a ojciec biały, czy też matka biała a ojciec czarny. W stosunku do odmiany białej pewne opóźnienie rozwoju można zaobserwować u niektórych populacji odmiany żółtej, lecz nie jest pewne w jakim stopniu na to zjawisko wpływają gorsze warunki środowiska, zwłaszcza społecznego. Istnieją również pewne wewnątrzodmianowe różnice w rozwoju stwierdzone przez licznych badaczy. Według B. Jasickiego niektóre elementy antropo-

logiczne odmiany białej cechuje właściwe sobie tempo rozwoju i granice wymiarów ostatecznych oraz proporcje wymiarów ciała, co jest warunkowane pewnym podobieństwem genotypu.

Konstytucja

Podobne znaczenie dla rozwoju można zaobserwować w stosunku do różnic konstytucjonalnych, m. in. określanych na podstawie somatotypu. Osobnicy endomorficzni charakteryzujący się dużym ciężarem ciała w stosunku do wysokości, znaczną grubością fałdu skórno-tłuszczowego, znacznymi wymiarami szerokościowymi rozwijają się i dojrzewają fizycznie szybciej niż osobnicy o budowie mezomorficznej, a zwłaszcza ektomorficznej, którą cechuje przewaga wymiarów długościowych, mały ciężar ciała, nieznaczny fałd skórno-tłuszczowy i małe wymiary szerokościowe. Zależność ta przejawia się między innymi wcześniejszym do około 1 - 2 lat występowaniem pierwszej menstruacji u dziewcząt i polucji u chłopców endomorficznych.

Szczególną cechą osobników później dojrzewających są nieco wyższe wartości wysokości ciała, zwłaszcza długie są kończyny dolne w stosunku do tułowia. Później dojrzewające dziewczęta mają budowę i sylwetkę bardziej chłopięcą, zaś wcześnie dojrzewający chłopcy budowę bardziej zbliżoną do dziewczęcej.

Ważnym czynnikiem rozwoju jest dobór małżonków pod względem różnic i podobieństw genetycznych. Przy krańcowych niezgodnościach genotypu rodziców zapłodnienie może nie dochodzić do skutku, a duże różnice stanowić mogą przyczynę poronień. W przypadkach małżeństw niespokrewnionych szansa wystąpienia genów homozygotycznych w danym loci jest mała i szacuje się ją jako 3 na tysiąc. Natomiast u małżeństw, zwłaszcza w pierwszym stopniu spokrewnienia jest ona znacznie większa. Homozygotyczność małżeństw może obniżać wartość cech rozwojowych dzieci. Dlatego też krzyżowanie wsobne nie jest korzystne z punktu widzenia rozwoju potomstwa (gorszy rozwój, większa szansa ujawnienia się wad i zaburzeń rozwojowych, mniejsza odporność biologiczna).

Odmiennie biologicznie skutki wynikają z kojarzenia krzyżowego. Podkreśla się tu efekt zjawiska heterozji, czyli wyższych wartości cech u mieszańców w pierwszym pokoleniu. Badania efektów heterozji szczególnie dobrze udokumentowano w odniesieniu do tych populacji, które znalazły się w trakcie rozrywania barier izolacyjnych - gwałtowny wzrost zmienności cech. Zjawisko heterozji w różnych populacjach jest jeszcze mało poznane. W zasadzie efektu zwiększenia wymiarów ciała nie stwierdza się we wszystkich fazach rozwoju, m. in. brak go u płodów i noworodków. Zdaniem niektórych badaczy efektem heterozji jest zwiększenie wrażliwości ustroju na czynniki zewnętrzne. Przejawem tego jest nie tylko akceleracja rozwoju w korzystnych warunkach zewnętrznych, lecz również większe niż u bardziej homozygotycznych osobników reakcje na niekorzystne wpływy środowiska w postaci deceleracji rozwoju. Ze społecznego i medycznego punktu widzenia ważne jest również zagadnienie mutacji chromosomowych i ich wpływu na ontogenezę, a także mutacji genowych. Problem ten szczególnej wagi nabiera

w związku z narastaniem czynników mutagennych, co w konsekwencji powoduje zwiększanie się w puli genowej populacji liczby genów zmutowanych. Problemami planowania rodziny w przypadkach ujawnionych niekorzystnych skutków mutacji zajmują się obecnie w coraz szerszym zakresie poradnie genetyczne.

Czynniki endogenne — paragenetyczne i niegenetyczne — stymulatory rozwoju

Mimo że połowa zestawu genów przekazywanych potomstwu pochodzi od ojca i połowa od matki, to jednak w większości cech ilościowych występują silniejsze związki między cechami dziecka i matki niż dziecka i ojca. Stwierdzono to np. w odniesieniu do różnych cech takich, jak np.

a) cechy kośćca — wysokość ciała, kształt głowy,
b) cechy części miękkich — rozwój i kształt mięśni, kształt nosa, uszu, warg itp.,
c) rozkład pigmentu — barwa włosów, oczu,
d) pamięć ruchowa — czucie proprioceptywne,
e) właściwości fizjologiczne — ciśnienie tętnicze krwi itd.

Co się tyczy wysokości ciała potomstwa to większy wpływ matki zaznacza się już w momencie urodzenia. Uzasadnienia dla tych faktów można szukać we wpływach endogennych paragenetycznych i niegenetycznych:

1. Wywierany jest wpływ matki na rozwijający się w jej łonie organizm potomny przez właściwości jej genotypu. Biotyp matki, cechy jej konstytucji warunkują bowiem specyfikę środowiska, w którym odbywa się rozwój zarodka i płodu;

2. Nieprzekazane przez matkę geny, szczególnie te, które występują u niej w zestawach heterologicznych oddziaływują na organizm potomny za pośrednictwem właściwości metabolicznych matki;

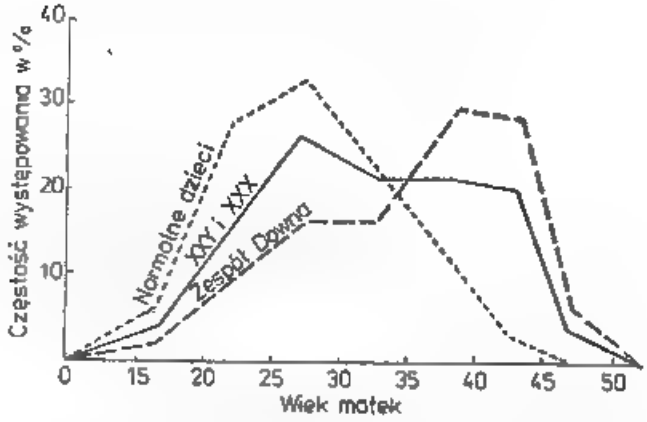
3. Podnosi się też pewną rolę dziedziczenia niegenetycznego. Chodzi tu mianowicie o to, że ilość cytoplazmy przekazanej przez matkę w komórce jajowej jest znacznie większa od tej, która pochodzi z plemnika ojca. Fakt ten być może we wczesnych etapach rozwoju embrionalnego posiada wpływ na specyfikę rozwoju.

Podkreśla się również, że metabolizm matki poza genetycznymi uwarunkowaniami znajdował się pod wpływem właściwości metabolicznych jej matki, a więc babki zarodka i płodu. Stąd pewien wpływ na rozwój może wywierać również ten fakt. Po urodzeniu wpływ metabolizmu matki na dziecko jest przedłużony w przypadku karmienia piersią (skład pokarmu, zawarte w nim przeciwciała, hormony).

Tryb życia matki w czasie trwania ciąży wpływa również na rozwój organizmu potomnego. Tryb ten jest związany z nawykami, sposobem życia, rodzajem pracy, sposobem żywienia, czasem snu, z przeżyciami psychicznymi. Czynniki te w podobny sposób oddziaływują na organizm matki i na organizm potomny. Niedobory pokarmowe, witaminowe, nikotynizm i alkoholizm mogą wpływać np. na przebieg rozwoju w okresie życia wewnątrzmacicznego. Według L. Penrose szacunkowy

wpływ matki na wartości ciężaru urodzeniowego są następujące: 20% — konstytucja matki, 16% — jej ogólny stan zdrowia w czasie ciąży, 7% — liczba przebytych uprzednio ciąży, 1% — wiek matki, 30% — bliżej nie sprecyzowane wpływy śródmaciczne i okołoporodowe, 18% — genotyp płodu.

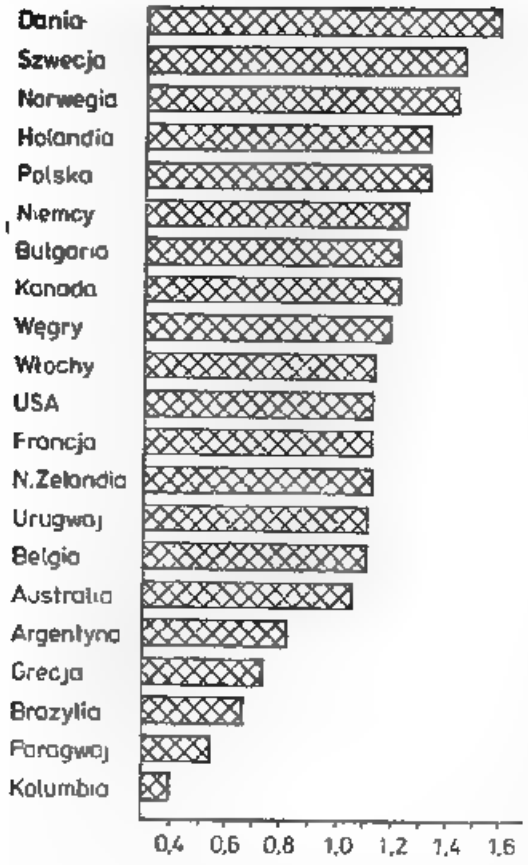
Wiek rodziców. Badania na ten temat dają dość sprzeczne rezultaty, stąd zależności między wiekiem matki a ciężarem noworodka są szacowane na około 1%. Wiek rodziców może wpływać na rozwój dzieci w sensie wpływów biologicznych i społeczno-kulturowych. Niektóre badania sugerują, że stan rozwoju noworodków z matek młodocianych jest gorszy. Podnosi się też znaczenie dla rozwoju dziecka wieku ojca i matki w momencie poczęcia w zależności od środowiska miasto–wieś. W miastach najlepiej rozwijają się dzieci z matek w wieku 25 - 32 lata i ojców o 3 lata starszych od matek. Na wsiach najlepszy rozwój wykazują natomiast dzieci matek 20 - 25-letnich. Dzieci w tym przypadku wykazują szybsze wyrzynanie się zębów, szybsze kostnienie szkieletu i dojrzewanie płciowe. Gorszy jest rozwój dzieci, gdy ojciec jest młodszy od matki o 3 lata i więcej lat. Podkreśla się, że wraz z wiekiem matki mogą zachodzić pewne zmiany w cytoplazmie komórek jajowych, w stanie narządów rodnych, w aktywności hormonalnej. Z wiekiem matki mogą więc następować zmiany fizyczne i biochemiczne środowiska wewnątrzmacicznego wpływające na rozwijający się organizm. Stan ogólny organizmu matki ulega z wiekiem zmianom, które warunkują zmienność zjawisk odpornościowych.



Ryc. 4.3.3. Częstość urodzeń dzieci normalnych, dzieci z zespołem Downa oraz dzieci z aberracjami chromosomalnymi *XXY* i *XXX* w zależności od wieku matki (wg Penrose'a)

Zwiększa się z wiekiem rodziców liczba defektów cytoplazmatycznych powstających w mejozie. Począwszy od około czwartej dekady życia rodziców obserwuje się nasilanie częstości dzieci urodzonych z różnymi wadami rozwojowymi, wzrasta liczba poronień i martwych urodzeń.

Liczba przebytych ciąży. W wyniku uprzednich ciąż w organizmie matki zachodzą zmiany anatomiczne i funkcjonalne, które wpływają na rozwój kolejnych dzieci. Utrzymuje się więc, że wraz z kolejnymi ciążami zmienia się elastyczność macicy i ścian brzucha, co mechanicznie wpływa na rozwój płodu. Wraz z wiekiem matki i kolejnymi ciążami zmniejsza się koncentracja żelaza we krwi, zmniejsza się ciśnienie tętnicze. Dzieci pierworodne wykazują wyższy poziom 17-hydroksykortyko-



Ryc. 4.3.4. Częstość porodów mnogich w różnych krajach (wg Greulicha)

steroidów oraz wyższy poziom kwasu mlekowego we krwi. W czasie kolejnych ciąż większa jest selekcja słabiej rozwiniętych płodów (mniejszych). U matek powyżej 24 roku życia wraz z kolejnością porodu obserwuje się wyższe wartości długości i ciężaru ciała noworodków. Dzieci pierworodne są w chwili urodzenia lżejsze i mniejsze od urodzonych w następnej kolejności. U dzieci pierworodnych stwierdza się częste występowanie wad wrodzonych. Fakty te przypisuje się mniejszej aktywności genów i małej dojrzałości hormonalnej matki. Szybsza jest jednak dynamika rozwoju dzieci pierworodnych, cechuje je szybszy rozwój umysłowy i motoryczny, co wynika być może raczej z większej opieki jaką zapewniają im rodzice. Najlepszy rozwój fizyczny stwierdza się u dorastających dzieci pochodzących z ciąż od 2 do 5, po czym znów występują pewne obniżenia poziomu rozwoju. Wyniki badań nie są tu jednolite i według niektórych danych z im dalszej ciąży pochodzą dzieci, tym jako dorośli cechują się przeciętnie lepszymi wskaźnikami rozwojowymi.

Na poziom rozwoju dzieci z kolejnych ciąż ma wyraźny wpływ czas zajścia w następną ciążę po ostatnim porodzie. Szybkie zajście w kolejną ciążę (krótsze niż 2 lata) wywiera ujemny wpływ na rozwój płodu i noworodka.

W czasie kolejnych ciąż wzrasta szansa wystąpienia ciąży mnogiej. W przypadkach ciąży mnogiej w zależności od liczby potomków ciężar i długość urodzeniowa ulegają zmniejszeniu. Pozostaje to po części w związku z tym, że ciąże pojedyncze są dłuższe od ciąż mnogich — ciąże dwojacze trwają około 261 dni, trojacze 246 dni, a czworacze 236 dni.

W czasie kolejnych ciąż wzrasta możliwość niezgodności przeciwciał między matką a płodem, co zapewne decyduje o wzroście selekcji okołoporodowej i narastaniu po drugiej ciąży liczby defektów urodzeniowych.

Czynniki egzogenne — modyfikatory środowiskowe rozwoju

Wrażliwość organizmu i sposób reakcji na wpływy czynników środowiskowych jest uwarunkowana genetycznie i wykazuje w procesie rozwoju pewną zmienność. Charakter reakcji organizmu na różnorodne oddziaływanie czynników środowisko-

wych zależy od rodzaju czynnika, jego intensywności, czasu trwania oraz rezystencji ustroju i jego poszczególnych struktur. Według N. Wolańskiego nieuzasadnione jest rozważanie czy na przebieg rozwoju większy wpływ mają czynniki endogenne (genetyczne), czy egzogenne, albowiem jedna z tych dwóch grup czynników działa w zasadzie z jednakowym nasileniem (czynniki endogenne genetyczne), natomiast druga (czynniki egzogenne środowiskowe) ma bardzo różną intensywność i występuje w często zmieniających się konfiguracjach. W tej sytuacji można jedynie powiedzieć, że proporcje między działaniem czynników endogennych i egzogennych są bardzo labilne i od siły, a także od czasu trwania bodźców egzogennych zależy stopień i kierunek odchylenia fenotypu.

Czynniki biogeograficzne — modyfikatory naturalne

Wiele właściwości fizjologicznych i właściwości rozwoju morfologicznego kształtują cechy klimatu, na które składa się temperatura, wilgotność i ciśnienie powietrza, nasłonecznienie, ruchy powietrza. Powszechnie przyjmuje się, że najodpowiedniejszy dla przebiegu rozwoju biologicznego jest klimat umiarkowanie ciepły o przeciętnych wartościach temperatury powietrza około 18 - 25°C. W tych warunkach najszybsze jest dojrzewanie biologiczne oraz najdłuższy okres płodności kobiet. Różnice klimatyczne nie powodują jednak zasadniczych różnic w tempie wzrastania i w czasie dojrzewania. W klimacie tropikalnym i zimnym stwierdza się pewną tendencję do opóźnienia rozwoju. U dziewcząt, które pochodzą z krajów europejskich, a zamieszkują strefę klimatu umiarkowanie ciepłego stwierdzono pewne przyspieszenie wieku wystąpienia menarchy. Stwierdzono, że zachodzi związek między roczną temperaturą a ciężarem ciała, zwłaszcza zaś jego masą. U mieszkańców terenów gorących — tropikalnych mniejsza jest masa i ciężar ciała, mniejszy jest poziom przemiany materii i zapotrzebowanie na pokarm. Zgodne jest to z regułą ekologiczną Bergmanna. Niekiedy podkreśla się również to, że oprócz większego ciężaru ciała na terenach zimnych dzieci posiadają nieco krótsze szyje, dłonie i stopy, co jest wyrazem zgodności rozwoju z regułą ekologiczną Allena. W klimacie zimnym ma miejsce wysoki poziom przemiany materii związany z utrzymaniem odpowiedniej ciepłoty ciała, co powoduje zwiększenie zapotrzebowań pokarmowych. Przy zbyt wysokiej temperaturze powietrza czynnikiem hamującym rozwój może być przegrzanie.

Oprócz oddziaływania klimatu na człowieka wpływa również mikroklimat pomieszczeń, odzieży. Zależności między wpływem klimatu na procesy rozwoju wyjaśniają zmiany rytmu wzrastania związane z przemiennością pór roku. Okazuje się, że największe przyrosty wysokości ciała mają miejsce w okresie wiosny — od połowy marca do połowy czerwca; szybsze również jest w tym okresie kostnienie szkieletu. Również urodzone wiosną dzieci są dłuższe. Jesienią obserwuje się natomiast większe przyrosty ciężaru ciała, co również widoczne jest u noworodków. Być może różnice owe są powodowane sezonowymi zmianami żywienia, gospodarki hormonalnej, metabolizmu itp. Sezonowy rytm wzrasta ia wysokości i ciężaru

ciała bardziej uwidacznia się u dzieci po drugim roku życia. Wpływ nasłonecznienia na rozwój wiąże się głównie z mechanizmem aktywizacji witaminy D. Również skład powietrza wywiera pewien wpływ na rozwój. Niektórzy wyrażają pogląd, że niewielki wzrost stężenia CO_2 i SO_2 wpływa stymulująco na rozwój, zwłaszcza na pojemność życiową płuc, stężenie hemoglobiny itp. Wysokie zapylenie i znaczny wzrost zawartości CO_2 i SO_2 wpływają opóźniająco na przebieg rozwoju osobniczego. Również wysokość nad poziom morza wpływa w określony sposób na rozwój człowieka. Na ogół u mieszkańców wysokich gór stwierdza się większą liczbę czerwonych krwinek, niższe wartości ciśnienia tętniczego, zwolnioną pracę serca, większe stężenie Hb, mniejszą liczbę limfocytów i monocytów. W ich rozwoju osobniczym lepiej rozrasta się klatka piersiowa mierzona np. obwodem. Często podkreśla się też tendencję do wzrostu wysokości i ciężaru ciała, przy braku różnic w czasie dojrzewania.

Ze środowiskiem biogeograficznym, zwłaszcza z klimatem związana jest flora i fauna, w tym również drobnoustroje i pasożyty chorobotwórcze. W czasie socjologicznym od momentu uczłowieczenia, człowiek w sposób świadomy i często nieświadomy zmienia wiele cech naturalnego środowiska biogeograficznego, które w miarę rozwoju cywilizacji stopniowo sobie podporządkowuje. Jednakże od wpływów tych nie potrafi się on zupełnie odizolować, co zwłaszcza widoczne jest w stosunku do licznych chorób.

Choroby o lekkim przebiegu katary, zapalenie oskrzeli, płuc, migdałków, kokluszu, odra itp. nie zakłócają przebiegu prawidłowego rozwoju. W rodzinach dobrze sytuowanych nie zauważono żadnych różnic w kolejnych etapach rozwoju progresywnego pomiędzy dziećmi, które posiadały doskonałe, przeciętne i złe wywiady zdrowotne. Pewien związek między przebytymi chorobami a przyrostem wysokości i ciężaru ciała uwidacznia się natomiast u wcześniaków i u dzieci pochodzących z rodzin znajdujących się w ciężkich warunkach materialnych.

Choroby o ciężkim przebiegu mogą zwalniać procesy wzrastania i dojrzewania. Dość często dzieci, które przebyły ciężką chorobę w pierwszym roku życia wykazywały pewne przejściowe zwolnienie tempa rozwoju. Wiele dzieci po przebyciu ciężkich postaci odry, zapalenia płuc itd. nie wykazuje opóźnień rozwojowych. Gdy natomiast zaistnieją przejściowe opóźnienia, zwykle po ustaniu choroby dochodzi do odrobienia ich i w tym czasie tempo rozwoju może być znacznie przyspieszone i przekracza niekiedy wartości typowe dla danego wieku. Ciężkie i długotrwałe choroby wycieńczające organizm wpływają ujemnie na wzrastanie, jednak nie powodują zakłóceń proporcji budowy ciała (np. nerczyca).

Choroby o podłożu genetycznym, wady wrodzone warunkowane czynnikami zewnętrznymi czy zaburzenia hormonalne oprócz zaburzeń procesów rozwojowych zaburzają proporcje budowy ciała lub też określonych jego części. Niektóre wady rozwojowe i kalectwa np. rozszczepy podniebienia czy wodogłowie dość wyraźnie opóźniają rozwój biologiczny dzieci oraz ich dojrzewanie płciowe. Również różne postacie niedorozwoju intelektualnego połączone najczęściej ze zmianami w sferze uczuciowej określane mianem oligofrenii stanowią przyczynę opóźnienia rozwoju dzieci oraz niedorozwoju głowy.

Czynniki społeczno-ekonomiczne — modyfikatory cywilizacyjno-kulturowe

Modyfikatory cywilizacyjno-kulturowe powodują zmiany sposobu działania lub konfiguracji modyfikatorów naturalnych (czynników biogeograficznych). Zalicza się tu takie czynniki, jak pochodzenie społeczne, warunki zamieszkiwanego środowiska (wieś, miasto), poziom wykształcenia rodziców i poziom ich kultury, tradycje i zwyczaje, formy żywienia; pewien wpływ wywierać również może przebywanie w zakładach wychowawczych i przeżycia psychiczne.

Wpływ środowiska społecznego na rozwój fizyczny był wielokrotnie opracowywany. Za pionierskie można uznać tu uwagi J. Śniadeckiego, następnie uogólnienia J. Czekanowskiego, który poza momentami natury rasowej, widział na rozwój fizyczny jednostki wpływ środowiska społecznego przejawiający się w odżywianiu, świetle, cieple, wysiłku fizycznym, mieszkaniu, a nawet w chorobach.

Pochodzenie społeczne. Dzieci pochodzące ze środowisk uprzywilejowanych lub inteligenckich wykazują przyspieszony rozwój biologiczny w stosunku do dzieci wywodzących się z warstw pośrednich (rzemiosło i handel), a zwłaszcza z warstw robotniczych i chłopskich. Dzieci inteligenckie są również bardziej ektomorficzne i osiągają wyższe ostateczne wymiary ciała niż dzieci chłopskie, wykazujące największą odmienność wzrastania i przeciętnie cechujące się bardziej krępą budową ciała. Stwierdzono związek między wykształceniem rodziców a tempem wzrastania i czasem dojrzewania dzieci. Najwyższe wartości cech somatycznych i najszybsze dojrzewanie występuje u dzieci rodziców posiadających wyższe wykształcenie, którym ustępują dzieci rodziców z wykształceniem średnim, zwłaszcza zaś z podstawowym pełnym i niepełnym. Przyczyny tych różnic są wielorakie: żywienie (jakość i regularność posiłków), sen, higiena, ćwiczenia fizyczne, standard życia, tradycje środowiskowe i związany z nimi tryb życia itp. Natomiast nie stwierdza się większych różnic rozwoju w zależności od wysokości zarobków. Według J. M. Tannera, być może osobnicy wyżsi mają przeciętnie nieco większe możliwości „wznoszenia się" w górę drabiny społecznej. Być może lepsze warunki środowiskowe pozwalają lepiej genom linearności ujawniać swe potencjalne możliwości, które nie były jeszcze urzeczywistniane. Obserwuje się jednak, że różnice społeczne w rozwoju biologicznym w wielu krajach stopniowo się zacierają.

W rozwoju fizycznym wyraźnie zaznacza się też zależność od zamieszkiwania w środowisku wielkomiejskim, małomiejskim lub wiejskim. Przyspieszone wzrastanie i szybsze dojrzewanie dzieci w środowiskach wielkomiejskich zapewne wynika z lepszej opieki i warunków życia (odżywianie, opieka lekarska, higiena, mieszkanie). Podkreśla się tu wpływ bodźców działających na układ nerwowy i narządy zmysłów (ruch, telewizja, kino, hałas, reklamy itp.). Opóźnienie rozwoju dzieci wiejskich wynika zarówno z braków w higienie i opiece lekarskiej (rzadsze kontakty z lekarzem, mniejsza podaż leków, witamin itp.), jak i z przeciętnie gorszego, bardziej monotonnego odżywiania, często wczesnego obciążenia pracą fizyczną. W związku z tym, że ma to wpływ na przebieg rozwoju fizycznego dla jego oceny często stosuje się odrębne normy dla dzieci miast i wsi.

Często jako czynnik rozwoju uważa się wielkość rodziny. Wielkość ta nie wpływa jednak wprost na właściwości rozwojowe, lecz wiąże ona niektóre elementy paragenetyczne i środowiskowe, a więc wpływ kolejności urodzenia, wieku rodziców, odległości czasowej między kolejnymi ciążami, z podziałem dochodu przypadającego na jednego członka rodziny, elementami wyposażenia mieszkania przypadającego na jedną osobę, ze zwiększoną możliwością zakażeń chorobotwórczych (bakterie, wirusy, pasożyty), w końcu z możliwością zapewnienia odpowiedniej opieki ze strony rodziców wyrażoną czasem poświęconym dzieciom. Wymienione czynniki niekoniecznie sprzężone są ze sobą. Niemniej warto podkreślić, że dzieci pochodzące z rodzin wielodzietnych przeciętnie cechuje gorszy rozwój fizyczny niż dzieci z rodzin małodzietnych. Dotyczy to niższych przeciętnych wysokości i ciężaru ciała oraz innych cech rozwojowych, a także stwierdza się często przeciętnie słabsze wyniki testów zdolności umysłowych.

Ćwiczenia fizyczne również należą do grupy czynników związanych z trybem życia. Aktywność ruchowa i wypoczynek są uwarunkowane w mniejszym lub większym stopniu czynnikami genetycznymi np. temperamentem i właściwościami konstytucjonalnymi, jak również czynnikami biogeograficznymi, np. temperaturą otoczenia, typem pogody itp. Według poglądów teoretyków wychowania fizycznego wpływ ćwiczeń fizycznych na rozwój biologiczny jest dodatni. Zorganizowany, ukierunkowany i racjonalny ruch działa bodźcowo na organizm przyspieszając wzrastanie układu mięśniowego, kostnego, a także doskonalenie innych układów krwionośnego, oddechowego, nerwowego i wewnątrzwydzielniczego. Trening czynnościowy, ćwiczenia ruchowe przedłużają okres kształtowania się nasad, opóźniają kostnienie chrząstki nasadowej przedłużając okres jej produkcji, przy czym obciążenie kości winno mieścić się w granicach od 7 do 37 g/mm^2 chrząstki nasadowej. Ćwiczenia siłowe, nadmierne obciążenie wysiłkiem fizycznym, monotypowość ruchu i wysiłku powodują ujemne skutki — zahamowanie wzrastania i obniżenie wysokości ciała oraz mogą zaburzać proporcje budowy ciała, np. wywoływać szpotawość czy koślawość kończyn dolnych. Z tych względów uprawianie specjalizacji sportowej musi uwzględniać w kwalifikowaniu do zajęć treningowych następujące kryteria: wiek, rozwój, stan zdrowia, sprawność fizyczną i predyspozycje psychiczne. Brak jest dowodów na to, aby aktywność fizyczna miała jakikolwiek wpływ na dojrzewanie płciowe, by przyspieszała bądź opóźniała zjawiska rozwoju biologicznego dzieci i młodzieży. Aktywność ta wpływa natomiast na stan i rozwój niektórych tkanek i ich wzajemny stosunek na właściwy rozwój licznych układów. Polepsza więc ona stosunek aktywnych tkanek ciała do nieaktywnej tkanki tłuszczowej.

Podsumowując powyższe można wyciągnąć wniosek, że zorganizowany i dostosowany do danego wieku ruch w postaci zajęć wychowania fizycznego wpływa na rozwój korzystnie, zaś ćwiczenia siłowe prowadzą do ujemnych skutków (zahamowanie wzrastania, wcześniejsze zakończenie produkcji chrząstek wzrostowych, kształtowanie krępej budowy ciała). Specjalistyczny trening czynnościowy wpływa w określony sposób na tempo zmian rozwojowych.

Żywienie. Energia uzyskana z pożywienia jest niezbędna dla funkcjonowania

organizmu — działania mięśni, normalnego przebiegu rozwoju, zachowania stałej temperatury. Czynnik żywieniowy jest w głównej mierze odpowiedzialny za przebieg rozwoju. Braki pokarmowe np. wynikające w trakcie wojen mogą doprowadzać do opóźnienia rozwoju i dojrzewania oraz mają wpływ na ostateczne wartości wysokości i ciężaru ciała, nie powodują jednak istotnych zmian w proporcjach budowy ciała. Niedobory żywieniowe mogą powodować obumieranie lub resorbcję embrionów. Wpływ tych niedoborów w okresie rozwoju płodowego jest nieco mniejszy i bardziej odbijają się one na organizmie matczynym niż na potomnym. Braki i niedobory pokarmowe mogą przerywać cykle menstruacyjne kobiet i powodować bezpłodność mężczyzn (ograniczają popęd płciowy). Niedobory żywieniowe powodują opóźnienie rozwoju zwłaszcza u chłopców (opóźnienie rozwoju biologicznego, motorycznego i psychicznego). Wyraźne są związki między liczbą posiłków mięsnych w tygodniu a wiekiem uzyskiwania dojrzałości płciowej. Większe spożycie przyspiesza dojrzewanie. Oprócz ilości i jakości posiłków na rozwój fizyczny w określony sposób wpływa ich częstość. Rzadsze, obfite lub nieregularnie spożywane posiłki sprzyjają odkładaniu się tkanki tłuszczowej.

Czynniki psychiczne. Przeżycia psychiczne mogą powodować zwolnienie tempa rozwoju. Pobyt w żłobku rozluźnia więzy psychiczne z matką, powoduje ograniczenie ruchliwości dziecka. Jedna opiekunka nie może zaspokoić indywidualnych potrzeb wszystkich dzieci, co ogranicza i rozwój psychiczny i motoryczny. Gorsze są również wywiady zdrowotne tych dzieci. Zwykle dzieci uczęszczające do żłobków pochodzą od rodziców, którzy posiadają gorsze warunki bytowe. W przeciwieństwie do żłobka przedszkole posiada dodatni wpływ na rozwój dzieci, zapewnia partnerstwo w zabawach, w grupach rówieśniczych. Podobnych kontaktów nie są w stanie zorganizować rodzice dzieci wychowywanych w domu. Przedszkole wyrabia sprawność ruchową, koleżeńskość, rozwija intelekt, wyrównuje różnice kulturowe i środowiskowe. Stymulację rozwoju zapewnia regularność posiłków, właściwa organizacja zajęć (ruchu, snu, nauki).

Szkoła. Rozpoczęcie nauki szkolnej przypada na wiek, w którym ma miejsce szybki rozwój motoryczności dzieci. Organizacja zajęć szkolnych winna uwzględniać ów fakt, bowiem ograniczenie ruchliwości w pierwszych klasach (7 - 9 lat) powoduje szereg ujemnych skutków — nerwowość dzieci, zaburzenia rozwoju motorycznego, wady postawy. W tym okresie dzieci winny mieć dużą ilość zajęć ruchowych, odpowiednio dobrany sprzęt szkolny. Dzieci szkolne powinny być pogrupowane w klasy bardziej na zasadach wieku biologicznego niż chronologicznego, co warunkowałoby względnie równoległy przebieg rozwoju fizycznego, motorycznego i umysłowego oraz poprawiałoby stosunek jednostki w grupie. Różnice w czasie dojrzewania chłopców i dziewcząt rodzą niekiedy problemy stanowiące pewne trudności w szkołach koedukacyjnych.

Domy dziecka. Dzieci pochodzące z małżeństw rozbitych wychowujące się w rodzinach zastępczych, a zwłaszcza w domach dziecka wykazują znaczne opóźnienia rozwoju fizycznego i psychicznego.

Oprócz tego stwierdzono, że tempo wzrastania wysokości i ciężaru ciała jest u dzieci i młodzieży szkolnej mniejsze w czasie trwania nauki niż w czasie wakacji. Zjawisko to spowodowane bywa zapewne nadmiernym niekiedy przeciążeniem umysłowym i często złą organizację zajęć szkolnych.

W okresie młodzieńczym duże znaczenie dla wyrabiania nawyków systematyczności, poprawy sprawności fizycznej i rozwoju tężyzny fizycznej wywiera służba wojskowa.

Tendencja przemian

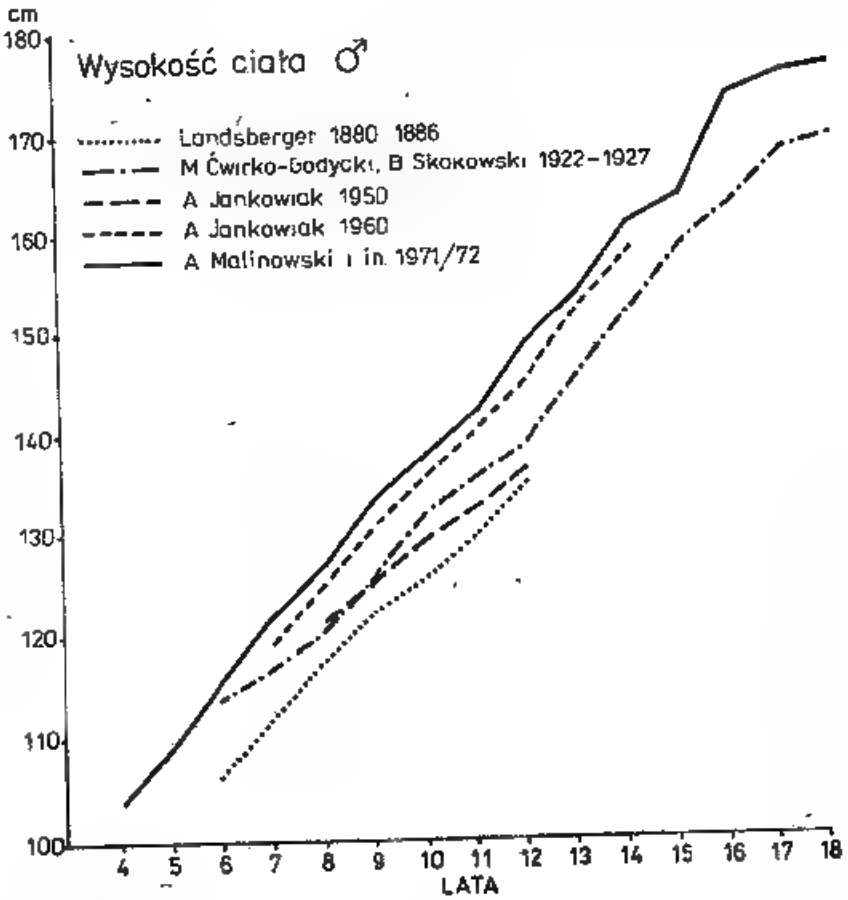
W ciągu pokoleń niektóre właściwości biologiczne człowieka ulegają zmianom. Zmiany te na ogół mają charakter adaptabilny, nieewolucyjny i noszą nazwę: tendencja przemian, zmienność czasowa lub trend sekularny. Zmiany te powodują międzypokoleniową zmienność fenotypowych właściwości cech morfofunkcjonalnych zachodzących pod wpływem rozwoju cywilizacji.

Jako elementy składowe tendencji przemian wymienia się: akceleracje rozwoju i dojrzewania biologicznego, zmianę kolejności niektórych etapów rozwojowych oraz retardację procesów inwolucyjnych.

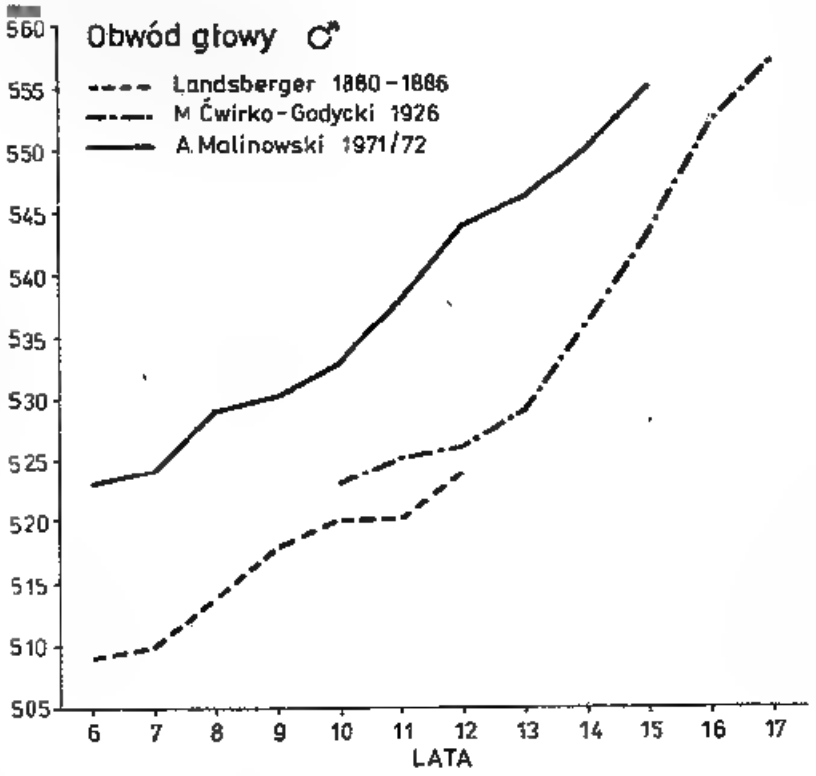
Akceleracja rozwoju

Przez akceleracje rozwoju rozumie się międzypokoleniowe przyspieszenie rozwoju biologicznego i dojrzewania, a więc wcześniejsze osiąganie kolejnych etapów rozwoju.

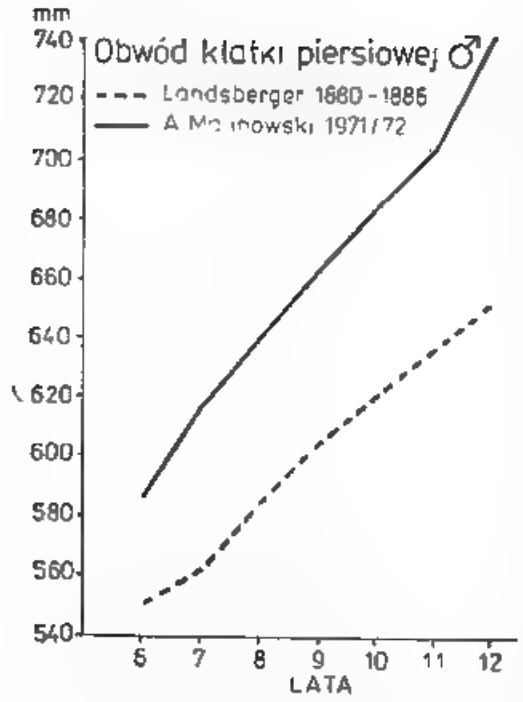
Akceleracja przejawia się już w rozwoju wewnątrzmacicznym nieznacznym skracaniem długości tego okresu. Niektóre dane wskazują na to, że w ostatnich dziesięcioleciach zwiększyły się nieco wartości długości i ciężaru ciała noworodków — przyrost w okresie dziesięciolecia wynosi około 0,8%. Natomiast po urodzeniu wcześniej niż dawniej ma miejsce podwojenie wartości urodzeniowego ciężaru ciała (z piątego miesiąca na czwarty miesiąc). Proces akceleracji rozwoju fizycznego w okresie ostatniego stulecia ulegał nasileniu. Zwiększenie wysokości ciała w końcu XIX wieku szacowano na 0,3 cm na dziesięciolecie, w początkach XX wieku na 0,5 cm, a w połowie XX wieku na 1 - 3 cm na dziesięciolecie. Akceleracji ulegają w większym stopniu te cechy, których determinacja genetyczna jest słabsza, a więc główne przyczyny tego zjawiska leżą w zmianach czynników zewnętrznych. Z danych dla Polski wynika, że w dziewięćdziesięcioleciu 1880 - 1970 wysokość ciała chłopców w wieku 7 - 14 lat zwiększyła się przeciętnie o około 12%, gdy dziewcząt o około 10%, a więc akceleracja nieco silniej przejawia się u chłopców. Mniejsze są też różnice wysokości ciała dzieci młodszych i zwiększają się one do okresu pokwitania. Znaczniejsze nasilenie akceleracji dotyczy wysokości ciała niż jego ciężaru. Podkreśla się też zmianę



Ryc. 4.3.5. Akceleracja wysokości ciała chłopców poznańskich



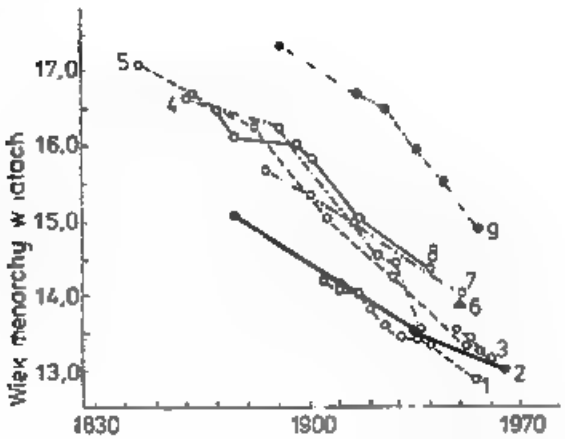
Ryc. 4.3.6. Akceleracja wartości obwodu głowy chłopców poznańskich



Ryc. 4.3.7. Akceleracja obwodu klatki piersiowej chłopców poznańskich

innych proporcji np. wydłużenie kończyn i brak zmian w długości tułowia. Zwiększa się też bardziej szerokość barków i klatki piersiowej, natomiast jej głębokość nie ulega zmianom, a szerokość miednicy nawet nieco się zmniejsza, chociaż w niektórych populacjach notuje się pewne jej poszerzenie. W cechach antropometrycznych głowy najwyraźniejsze przejawy akceleracji dotyczą jej obwodu. Obserwuje się też tendencję do wcześniejszego wyrzynania się zębów mlecznych i stałych. Wcześniejsza jest involucja migdałków, szyszynki i grasicy, wcześniej mają miejsce zmiany gospodarki hormonalnej związanej z dojrzewaniem. Obniżeniu ulega wiek występowania licznych chorób wieku dziecięcego (alergizacja dróg oddechowych, choroby reumatyczne, cukrzyca itd.), co powoduje też pewne zmiany w ich przebiegu. Akceleracji ulega również rozwój motoryczny, czego przejawem jest wcześniejsze siadanie, stanie dzieci i lepsze wyniki testów sprawności fizycznej. Jednakże polepszenie owo następuje w tempie wolniejszym niż wzrost wysokości ciała, zaś mierniki wytrzymałości nie wykazują akceleracji, a nawet tendencję jej przeciwną.

Liczne dane dokumentują również obniżanie się wieku dojrzewania płciowego. W Europie, w tym również w Polsce, w okresie ostatniego stulecia wiek wystąpienia menarchy obniżył się o około 3 lata. Jeszcze w początkach XX wieku czas wystąpienia pierwszej menstruacji u dziewcząt oceniano na wiek około 15 lat, współcześnie występuje ona przeciętnie w wieku niespełna 13 lat. Obniżanie się wieku dojrzałości płciowej jest sprzeczne z kierunkiem ewolucyjnym naczelnych i człowieka. Wcześniej też obecnie kończy się okres, w którym ma miejsce zakończenie procesów kostnienia szkieletu, a więc i kształtowanie się ostatecznych wymiarów ciała. Na przełomie naszego stulecia obserwowano bowiem przyrosty wysokości ciała u poborowych w wieku 21 - 25 lat, gdy obecnie u dziewcząt ostateczne wartości wysokości ciała są uzyskiwane w wieku 16 - 18 lat, a u chłopców o niespełna 2 lata później.



Ryc. 4.3.8. Akceleracja menarchy dziewcząt

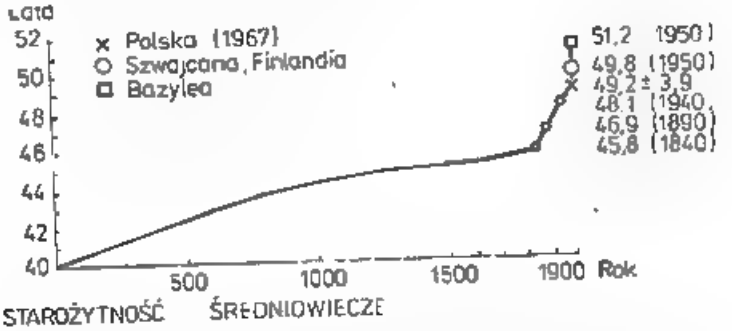
1 — USA, *2* — Polska (Warszawa), *3* — Anglia, *4* — Niemcy, *5* — Norwegia, *6* — Dania, *7* — Szwecja, *8* — Finlandia, *9* — Polska (wieś)

Zmiana kolejności niektórych etapów rozwojowych

Innym aspektem trendu sekularnego jest zmiana kolejności pewnych zjawisk rozwojowych dotyczących kostnienia i dentycji. Najlepszą dokumentacją tego zjawiska jest zmiana kolejności wyrzynania się zębów stałych. Do niedawna z reguły jako pierwsze wyrzynały się dolne pierwsze trzonowce (M_1), następnie zaś pierwsze siekacze (I_1), obecnie zaś kolejność ta uległa odwróceniu.

Retardacja procesów inwolucyjnych

Innym przejawem tego trendu jest retardacja procesów inwolucji starczej. Proces ten zwykle dokumentuje się przesuwaniem w górę wieku menopauzy kobiet. Szacuje się, że menopauza kobiet w starożytności miała miejsce w wieku około 40 lat, w okresie nowożytnym w około 45 roku życia, w połowie naszego stulecia w populacjach Europy przesunęła się do około 49 lat, a w latach siedemdziesiątych do granicy 55 lat. Zaobserwowano również opóźnienie zmian wstecznych w narządach ruchu, w sprawności fizycznej, w zdolnościach akomodacyjnych oczu oraz w zmianach ciężaru narządów wewnętrznych.



Ryc. 4.3.9. Kształtowanie się wieku menopauzy w ciągu stuleci w Europie (wg Michałkiewicza i Barona)

Skutki tendencji przemian

Na ogół można wnioskować, że tendencja przemian jest zjawiskiem pozytywnym. Jednakże podnosi się również negatywne przejawy tego procesu:

— występuje zwiększenie rozbieżności, zwłaszcza w okresie okołopokwitaniowym między wiekiem chronologicznym i biologicznym. W konsekwencji wiek kalendarzowy stał się słabszym miernikiem rozwoju, bowiem zwiększył się zakres zmienności międzyosobniczej cech, co utrudnia określenie normalności rozwoju (poszerzenie granicy normy);

— przyspieszonemu rozwojowi fizycznemu i dojrzewaniu płciowemu nie to-

warzyszy przyspieszenie dojrzałości społecznej, która wraz z wydłużaniem nauki szkolnej ulega raczej retardacji. Prowadzi to do trudności wychowawczych;

w medycynie podkreśla się większą wrażliwość ustroju na wpływy czynników środowiskowych.

Przyczyny tendencji przemian

Mechanizm tendencji przemian nie jest w pełni wyjaśniony. Główną rolę odgrywają tu zmiany fenotypowe o charakterze adaptabilnym, chociaż podkreśla się również pewien wpływ czynników genetycznych i paragenetycznych.

Podkreśla się pewną rolę selekcji pozytywnej wyrażającą się nasileniem liczby genów wysokorosłości między pokoleniami. Podnosi się też, że w wyniku selekcji negatywnej częstsze jest wymieranie ludzi o określonym biotypie przed dojściem ich do rozrodu. Chodzi tu o większą częstość selekcji okołoporodowej osobników małych. Kierunek działania doboru naturalnego zmieniany jest w pewnym stopniu przez rozwój medycyny. Pewne znaczenie przypisuje się też heterozji. Umiarkowana heterozja powoduje większą wrażliwość organizmu na wpływy czynników zewnętrznych i w przypadku, gdy są one dla rozwoju korzystne ma miejsce zjawisko uzyskiwania wyższych wartości rozwoju cech morfologicznych. Dzieci, których rodzice pochodzą z bardziej odległych miejsc urodzenia są na ogół wyższe od dzieci, których rodzice krzyżowali się w mniejszym promieniu odległości od swoich miejsc urodzenia. Z czynników pozagenetycznych, być może, pewien wpływ ma podwyższanie się wieku rodziców w momencie rodzenia dzieci.

Głównym czynnikiem tego procesu są jednak zjawiska fenotypowego przystosowywania się organizmu na poziomie struktur morfologicznych i funkcjonalnych do zmian jakie zachodzą w środowisku. Umiarkowane czynniki stressowe wpływają dodatnio na rozwój, nasilanie się niektórych czynników w czasie życia kilku pokoleń powodować może zmiany fenotypowe. W grę wchodzą tu przemiany żywieniowe zwiększenie spożycia białka, witamin, zmiany tradycji żywieniowych, zacieranie się różnic społecznych i środowiskowych (miasto, wieś), postęp higieny, medycyny, szczepienia ochronne, zwiększenie odpowiednio zaplanowanego wychowania fizycznego.

Rozdział czwarty

Norma rozwojowa – teoretyczne i praktyczne aspekty oceny rozwoju biologicznego człowieka

Metody badań ontogenetycznych

Rozwój ontogenetyczny jak wspomniano w rozdz. 1 dotyczy wszelkich przeobrażeń, jakim podlega organizm w trakcie rozwoju od momentu zapłodnienia do osiągnięcia pełnej dojrzałości. Zmiany rozwojowe dotyczą więc kolejno komórki, tkanki, narządu i wreszcie organizmu jako całości. W rozwijającym się organizmie obserwujemy jego różnicowanie morfologiczne, wzrost wymiarów i masy, rozwój proporcji i dojrzewanie strukturalne.

Główne cele badań ontogenetycznych skupiają się przeto wobec następujących problemów:

1) badanie specyfiki zmian strukturalnych na poziomie komórki, tkanki, narządu, układów i całego organizmu,

2) badanie ogólnych prawidłowości rozwoju cech morfologicznych w procesie ontogenezy,

3) badanie zmiennych modyfikujących proces rozwoju fizycznego w odniesieniu do czasu ich działania, kierunku wpływu i rozmiaru wywołanego efektu (opóźnienie lub przyspieszenie rozwoju),

4) opracowanie norm rozwoju fizycznego jako biologicznych układów odniesienia,

5) badanie współzależności zachodzących w trakcie rozwoju ontogenetycznego na poziomie organizmu i populacji z punktu widzenia genetyki i ekologii człowieka.

Przedstawione cele implikują stosowanie w badaniach ontogenetycznych następujących metod badawczych:

— laboratoryjnych — metody biochemiczne, histologiczne, fizjologiczne,

— antropometrycznych,

— anatomicznych,
— genetycznych,
— radiologicznych,
— fotograficznych,
— form, odlewów, modeli,
- ankiet.

W wyniku stosowania tych różnych rodzajów metod otrzymujemy dane pomiarowe wyrażone w różnych miarach i ich jednostkach (dla cech ilościowych) oraz oceny otrzymane za pomocą kryteriów opisowych lub odpowiednich skal (dla cech jakościowych). Szczegółowy opis wszystkich wymienionych metod przekraczałby ramy niniejszego rozdziału, dlatego ograniczamy się tylko do ich wymienienia, aby przedstawić w sposób kompleksowy problematykę badań ontogenetycznych.

Celem tego rozdziału jest zapoznanie z metodami oceny rozwoju morfologicznego osobnika, w związku z czym w dalszym ciągu interesować nas będą głównie metody antropometryczne i ankietowe omówione szczegółowo w odpowiednich podręcznikach*.

Normalność i norma jako biologiczny układ odniesienia

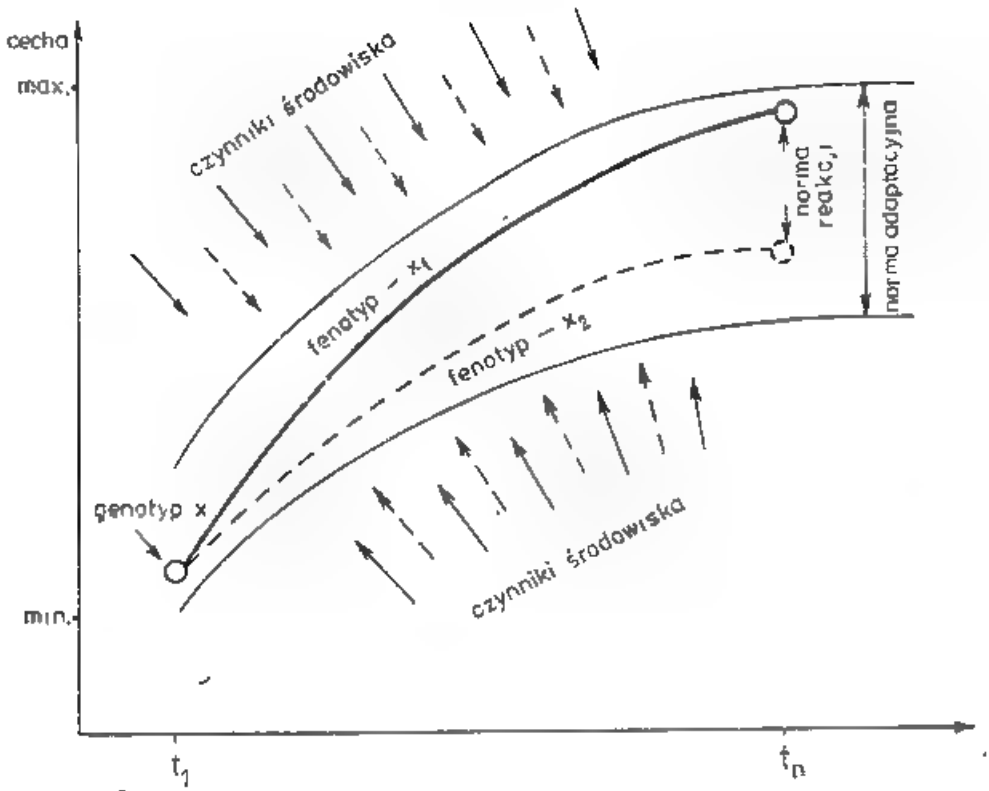
Specyfika badań ontogenetycznych polega na tym, że mamy do czynienia ze stale zmieniającym się obiektem badań. Ta charakterystyczna zmienność indywidualna osobników jest różna w kolejnych okresach rozwoju ontogenetycznego. Z kolei oceny rozwoju fizycznego danego osobnika dokonujemy zawsze na tle populacji, mając przy tym na uwadze fakt, że w skład tej populacji wchodzą osobnicy reprezentujący różne poziomy rozwoju fizycznego (charakteryzujący się wartościami od minimalnej do maksymalnej w każdej klasie wieku). Ponadto należy przypomnieć, że rozwój fizyczny oceniamy na podstawie fenotypowego wyglądu danego obiektu, to jest na podstawie konkretnego zespołu cech determinowanych z genetycznego punktu widzenia, w sposób ilościowy. W związku z powyższym konieczne jest zrozumienie relacji zachodzących między genotypem a czynnikami środowiska zewnętrznego, które określają powstanie zmienności fenotypowej.

Zmienność międzyosobnicza wynika więc z faktu, że genotyp nie określa jednoznacznie fenotypowego obrazu osobnika, lecz zakres tzw. normy reakcji. Zatem

> norma reakcji (zdeterminowana genetycznie) jest to zakres reakcji fenotypowych określonego genotypu uzewnętrzniający się w postaci różnych fenotypów powstających w wyniku współdziałania tego genotypu z czynnikami środowiskowymi.

---

* N. Wolański, *Metody kontroli i normy rozwoju dzieci i młodzieży*, PZWL, Warszawa 1975; N. Wolański, S. Niemiec, M. Pyżuk, *Antropometria inżynieryjna*, Książka i Wiedza, Warszawa 1975.



Ryc. 4.4.1. Schemat ilustrujący zależność między genotypem a czynnikami środowiska zewnętrznego w trakcie rozwoju

Zakres zmienności fenotypowej danego genotypu nie może więc przekraczać granic jego normy reakcji.

Rycina 4.4.1 ilustruje zjawisko wybrania przez ten sam genotyp (x) różnych poziomów z zakresu normy reakcji w zależności od działania różnych czynników środowiska zewnętrznego: genotyp x (jego obraz fenotypowy x_1 oznaczono na rycinie linią ciągłą) pod wpływem czynników środowiskowych (strzałki linią ciągłą) wykorzystał wyższy poziom z zakresu normy reakcji aniżeli ten sam genotyp x (którego obraz fenotypowy x_2 oznaczono linią przerywaną), realizujący swój rozwój w innym środowisku (strzałki linią przerywaną). Oznacza to, że ten sam genotyp w zależności od środowiska, w którym się rozwija może mieć różny obraz fenotypowy i tym samym osiąga różny poziom rozwoju fizycznego. Potwierdzają to badania bliźniąt jednojajowych przebywających od urodzenia w różnych środowiskach. W trakcie progresywnego rozwoju osobniczego w obrębie populacji będą się więc kształtowały różne indywidualne linie rozwojowe stanowiące — z genetycznego punktu widzenia — normalny składnik populacji, będący wynikiem rekombinacji genów rodzicielskich (jako produkt wymieszania puli genowej w każdym pokoleniu). Zakres tej rekombinacji genetycznej określamy jako tzw. normę adaptacyjną populacji. Wynika z tego, że

> norma adaptacyjna to mniej lub bardziej trwały kompleks dostosowanej do środowiska zmienności genetycznej w obrębie populacji.

Tak więc w dużym uproszczeniu można powiedzieć, że

> rozwój osobnika (R) w każdym czasie (t_i) jest funkcją czynników genetycznych (G), środowiskowych (E) i czasu (T), jaki upłynął od

momentu powstania zygoty (t_1) do czasu badania (t_n), co można zapisać następująco:

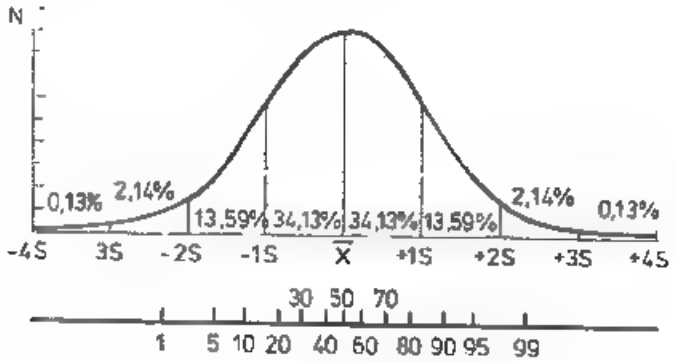
$$R_{t_i} = f(G, E, T), \quad \text{gdzie} \quad i = 1, \ldots, n.$$

W wyniku interakcji genotypu ze środowiskiem realizuje on swój rozwój według właściwej sobie linii rozwojowej, której poziom w granicach normy reakcji wyznaczony jest przez adaptabilność tego genotypu. Mając na uwadze wszystkie czynniki wpływające na rozwój, znalezienie modelu rozwoju prawidłowego jest sprawą skomplikowaną, gdyż zgodnie z powyżej podanymi faktami zależność między czynnikami genetycznymi i środowiskowymi jest tego rodzaju, że genotyp określa normy reakcji organizmu na określone warunki środowiskowe, natomiast środowisko decyduje o tym, jaki zakres normy reakcji może być wykorzystany w konkretnym środowisku przez poszczególne genotypy. Ponadto zmienność obserwowana w obrębie jednej grupy jest również wynikiem niedziedzicznych modyfikacji fenotypowych, które są rezultatem wpływu zróżnicowanego środowiska.

Przy założeniu, że poszczególne genotypy wybierają w danych warunkach środowiskowych najwłaściwszą dla siebie linię rozwoju obraz rozwoju „dziecka przeciętnego" w populacji będzie statystyczną normą populacyjną (oczywiście pod warunkiem, że to „dziecko przeciętne" reprezentuje dostatecznie liczną, losową próbę z populacji dzieci zdrowych). Dokładniej — za normę statystyczną uważamy taki przedział, do którego należy większość osobników i tym samym posiadają oni najczęściej występujące w populacji wielkości danej cechy (np. $\bar{x} \pm 1S$). Jest to jednak sprawa umowna i należy pamiętać, że wartość $\bar{x} \pm 3S$ uznaje się za fizjologiczne wartości graficzne, które tym samym wyznaczają granicę normalności. Zatem

> normalność jest to zakres zmienności fenotypowej w obrębie normy adaptacyjnej danej populacji, wynikającej z rekombinacji genów rodzicielskich — jako normalny składnik wymieszania puli genowej każdego pokolenia — oraz modyfikującego wpływu środowiska.

Należy w tym miejscu zaznaczyć, że nie ma ostrego przejścia od normalności do patologii, istnieje jeszcze bowiem cała gama stanów subpatologicznych. Jasno więc z powyższego wynika, że nie wszystko to co normalne jest normą.



Ryc. 4.4.2. Rozkład normalny i skala centylowa

Norma rozwojowa jest biologicznym układem odniesienia służącym do oceny rozwoju fizycznego populacji dziecięcych lub też pojedynczych osobników. Jej zakres jest wyznaczany metodami statystycznymi i zależy od celu jakiemu dana norma ma służyć.

W związku z tym, układem odniesienia mogą być różne zakresy zmienności fenotypowej danej cechy wyznaczonej przez jej podstawowe charakterystyki statystyczne średnią arytmetyczną ($\bar{x}$) i odchylenie standardowe (S) (ryc. 4.4.2).

Następną — pozostającą do wyjaśnienia kwestią — jest sprawa rodzaju normy. Istnieje kilka rodzajów norm rozwojowych:

- normy populacyjne rozumiane u nas jako regionalne normy rozwoju fizycznego (np. miasto–wieś z uwzględnieniem różnych regionów kraju);
- normy grupowe (uwzględniające cechy rodziców);
- normy docelowe (konstruowane na wyselekcjonowanej pod względem warunków socjalno ekonomicznych populacji dzieci wielkomiejskich);
- normy uwzględniające somatotyp osobnika.

W momencie oceny rozwoju fizycznego osobnika należy w zależności od celu tej oceny każdorazowo ustalić zarówno rodzaj, jak i zakres normy rozwojowej. I tak wszelkie normy populacyjne winny służyć — przede wszystkim — do wstępnej oceny stanu rozwoju fizycznego osobników (np. w trakcie masowych badań przeglądowych). Z kolei normy szczegółowsze (np. uwzględniające cechy rodziców lub somatotyp osobnika) będą pomocne w czasie badań specjalistycznych osobników wyselekcjonowanych w badaniu przeglądowym. Natomiast norma docelowa odzwierciedla najwyższe wartości fenotypowe populacji rozwijającej się w optymalnych warunkach środowiskowych. Jest więc ona głównie modelem, do którego należy dążyć stosując odpowiednie działania profilaktyczne w celu zlikwidowania różnic środowiskowych (przede wszystkim społeczno-ekonomicznych, higienicznych, w opiece zdrowotnej itp.). Nie należy jednak tego rozumieć dosłownie, gdyż z genetycznego punktu widzenia niemożliwe jest, aby każdy osobnik z populacji mógł osiągnąć wielkość normy docelowej.

Jak już powiedziano, zakres normy jest również sprawą umowną. Na przykład podczas oceny stanu fizycznego poszczególnych osobników w masowych badaniach przeglądowych (w celu wykrycia niedoborów lub nadwyżek wysokości i ciężaru ciała oraz wszelkich dysproporcji tych cech) posłużmy się mniejszym (węższym) zakresem normy populacyjnej dla badanych cech (np. $\bar{x} \pm 1S$), aniżeli w przypadku specjalistycznych badań klinicznych. Dopiero specjalista — znając całkowitą zmienność wewnątrzpopulacyjną danej cechy ($\bar{x} \pm 3S$) i mając do dyspozycji dodatkowo normę szczegółową — robiąc dokładny wywiad środowiskowy w celu poznania możliwości genetycznych i warunków środowiskowych badanego może ocenić czy osiągnięty przez niego „poziom rozwoju fizycznego" jest dla niego normalny, poprawny. Najczęściej bowiem obserwacje wykraczające poza granice ścisłej normy świadczą tylko o małych lub dużych wartościach danej cechy u osobnika, czyli o wszystkich możliwych — poza średnimi — jej kategoriach.

W szczególnych przypadkach będziemy korzystać z tzw. normy zawyżonej: np. trenera szukającego kandydatów do drużyny koszykówki interesować będą osobnicy

należący pod względem wysokości ciała do kategorii wysokich, czyli przekraczający granicę „$\bar{x}+1S$" lub 75 centyla dla tej cechy.

Z przytoczonych przykładów wynika, że aby dana norma miała wszechstronne zastosowanie powinna w każdym przypadku zawierać średnią arytmetyczną ($\bar{x}$), odchylenie standardowe (S), zakres normy podstawowej ($\bar{x}\pm1S$) oraz stanów fizjologicznych ($\bar{x}\pm3S$). Najlepszym graficznym obrazem normy rozwojowej jest więc siatka centylowa, która podaje pełen zakres zmienności cechy.

Wiek kalendarzowy i rozwojowy

W poprzedniej części tego rozdziału wyjaśniliśmy istnienie zmienności fenotypowej w trakcie rozwoju ontogenetycznego wśród osobników danej populacji. Zakresy tej zmienności są różne dla poszczególnych grup wieku kalendarzowego, w wyniku czego w równej pod względem wieku kalendarzowego grupie osobników spotykamy jednostki o różnych wartościach cech biologicznych. Innymi słowy organizmy posiadające ten sam wiek kalendarzowy posiadają różny stopień rozwoju biologicznego. W związku z tym wiek kalendarzowy nie jest i nie może być miarą dojrzałości biologicznej osobnika. Niemniej jednak znajomość wieku kalendarzowego osobnika wiąże się w dość ścisły sposób z omawianym zagadnieniem oceny rozwoju fizycznego. Jako fakt oczywisty i nie wymagający definiowania wiek kalendarzowy jest często określany nieprawidłowo, dlatego pewne jego aspekty wymagają wyjaśnienia.

Wiek kalendarzowy albo inaczej metrykalny lub chronologiczny jest to czas mierzony liczbą dni, miesięcy i lat, jaki upłynął od momentu urodzenia do momentu badania i wyliczamy go jako różnicę tych dwóch momentów, np.:

	rok	miesiąc	dzień
data badania	78	9	11
data urodzenia	75	4	8
wiek kalendarzowy	3	5	3

Wiek kalendarzowy dziecka wynosi więc 3 lata, 5 miesięcy i 3 dni. W przypadku, gdy dzień i miesiąc urodzenia dziecka jest późniejszy w sensie czasowym od daty badania postępujemy następująco: pożyczamy 30 dni z kolumny „miesiąc" i dodajemy do kolumny „dzień" oraz 12 miesięcy z kolumny „rok" i dodajemy do kolumny „miesiąc", np.:

	rok	miesiąc	dzień
data badania	78−1=77	9−1=8+12=20	11+30=41
data urodzenia	75	11	18
wiek kalendarzowy	2	9	23

Wiek kalendarzowy tego dziecka wynosi więc 2 lata, 9 miesięcy i 23 dni.

Jak wynika z podanych przykładów, badane dzieci mają różny wiek kalendarzowy. W momencie dokonania podstawowej oceny ich rozwoju fizycznego nasuwają się pytania: jakimi wielkościami normy rozwojowej winniśmy posłużyć się w pierwszym i drugim przykładzie oraz czy pierwsze dziecko należy ocenić na tle normy rozwojowej dla grupy dzieci w wieku kalendarzowym 3 lat, a drugie — 2 lat? Odpowiadając na powyższe pytania należy przede wszystkim wyjaśnić sposób tworzenia norm rozwojowych. Mianowicie wszystkie rodzaje norm rozwojowych posiadają charakterystyki liczbowe cech w postaci średnich arytmetycznych ($\bar{x}$) i odchyleń standardowych (S) podane w zależności od fazy rozwojowej dla kolejnych grup wieku kalendarzowego w różnych odstępach czasowych. I tak najczęściej do pierwszego roku życia zmienność tę podaje się w odstępach miesięcznych, od 1 do 3 roku życia włącznie — w odstępach kwartalnych, od 3 do 7 roku życia — w odstępach półrocznych, a następnie do momentu osiągnięcia całkowitej dojrzałości biologicznej (tj. ok. 18 roku życia) w odstępach rocznych. Kolejne grupy wieku kalendarzowego ustalone są w ten sposób, aby odpowiedni wiek był średnią arytmetyczną dolnej i górnej granicy przedziału klasowego dla danej grupy wieku, np. do grupy dzieci 8-letnich zaliczamy wszystkich osobników posiadających wiek kalendarzowy mieszczący się w przedziale od 7 lat, 6 miesięcy i 1 dnia do 8 lat i 6 miesięcy. Średnia arytmetyczna dolnej i górnej granicy utworzonego w ten sposób przedziału klasowego wynosi właśnie 8 lat. W podobny sposób postępujemy przy tworzeniu grup wieku w odstępach miesięcznych, kwartalnych lub półrocznych. W myśl podanej wyżej zasady zaliczamy także pojedynczych osobników do odpowiednich grup wieku kalendarzowego w momencie, gdy chcemy dokonać oceny ich rozwoju fizycznego na tle normy rozwojowej. I tak — wracając do podanych przykładów — pierwsze dziecko należy porównać z wielkościami normy dla dzieci w wieku 3 lat i 6 miesięcy, gdyż wiek jego mieści się w przedziale wieku kalendarzowego o granicach: 3 lata, 3 miesiące, 1 dzień i 3 lata, 9 miesięcy. Drugie dziecko należy ocenić według normy dla dzieci w wieku 2 lat i 9 miesięcy (dla tego okresu rozwojowego obowiązuje wielkość normy w przedziałach 3-miesięcznych).

Podany wyżej sposób obliczania wieku kalendarzowego i związane z nim zagadnienia powinny obowiązywać jako jedyne słuszne w badaniach rozwojowych.

Wiek rozwojowy — w odróżnieniu od wieku kalendarzowego - jest miarą biologicznej dojrzałości organizmu, wskazuje on bowiem na stopień zaawansowania w rozwoju niektórych cech lub układów ustroju. Właściwa ocena rozwoju fizycznego dziecka powinna być oparta na jego wieku rozwojowym, gdyż tylko w przypadku znajomości wieku rozwojowego dziecka możemy określić czy jest ono rozwojowo (biologicznie) młodsze lub starsze, niż by to wynikało z jego wieku kalendarzowego. Ocena więc wieku rozwojowego danego osobnika sprowadza się do podania czasu, w którym wystąpiło zjawisko przyjęte jako kryterium oceny wieku rozwojowego. Tak więc oceniając wiek rozwojowy dziecka oceniamy stopień zaawansowania, czyli przyspieszenia lub opóźnienia danej właściwości biologicznej tego dziecka. Stopień przyspieszenia lub opóźnienia wynika z kolei z relacji między jego wiekiem

kalendarzowym a rozwojowym. Wiek rozwojowy podajemy w latach lub jeżeli dokładność metody na to pozwala — w latach i miesiącach.

Bardzo rzadko zdarza się tak, aby wiek kalendarzowy był zgodny z wiekiem rozwojowym. Rozbieżność ta — dość częsta w poszczególnych grupach wieku kalendarzowego w całym okresie progresywnego rozwoju ontogenetycznego — jest zjawiskiem normalnym, wynikającym z różnic fenotypowych pomiędzy poszczególnymi osobnikami populacji. Oczywiście tylko w tych przypadkach możemy zbieżność tą uznać jako normalną, kiedy wielkość odchyleń między wiekiem kalendarzowym a rozwojowym kształtuje się w ramach dopuszczalnych odchyleń fizjologicznych lub — o czym była mowa w poprzedniej części tego rozdziału — w ramach normy adaptacyjnej populacji.

Wiek rozwojowy możemy określić według wielu kryteriów. W zasadzie w celu określenia wieku rozwojowego osobnika możemy się posłużyć każdą cechą biologiczną, jeżeli tylko ta cecha wykazuje wyraźne zróżnicowanie w trakcie progresywnego rozwoju ontogenetycznego pod względem doskonalenia się struktury i funkcji. Obecnie najczęściej stosowane są następujące wyznaczniki wieku rozwojowego:

1) wiek szkieletowy,
2) wiek drugorzędnych cech płciowych,
3) wiek zębowy,
4) wiek morfologiczny.

Wiek szkieletowy (kostny) odzwierciedla stopień zaawansowania w rozwoju układu kostnego na podstawie obrazu radiologicznego kości ręki, tj. nadgarstka i dłoni oraz dystalnych odcinków kości przedramienia. Kości przechodzą określone stadia rozwoju od pojawienia się ich jąder kostnienia aż do osiągnięcia dojrzałości (określonego rozmiaru i kształtu). Kości ręki wykazują pod tym względem wyraźne zróżnicowanie co do pojawienia się poszczególnych stadiów rozwojowych. Ocena stopnia zaawansowania układu kostnego oparta jest na łącznej ocenie stopnia zaawansowania w rozwoju poszczególnych kości ręki oraz dystalnych odcinków kości przedramienia. Określenie wieku szkieletowego polega na porównaniu zdjęcia rentgenowskiego ręki badanego dziecka z odpowiednim wzorcem (standardem) opracowanym dla kolejnych grup wieku i płci (od noworodka do 18 roku życia). Dla populacji polskiej atlas standardów wieku kostnego na podstawie zdjęć rentgenowskich opracowała J. Kopczyńska-Sikorska*. Wiek szkieletowy można określać także według skali punktowej: każde stadium rozwoju danej kości ocenia się określoną liczbą punktów. Ich suma porównana z przeciętną sumą punktów dla danej grupy płci i wieku pozwala na określenie zaawansowania rozwoju badanego, a tym samym na określenie jego wieku rozwojowego — szkieletowego. Stosowanie metody oceny wieku szkieletowego jest ograniczone względami ochrony radiologicznej, wobec czego metoda ta najczęściej stosowana jest jedynie w praktyce klinicznej.

---

* J. Kopczyńska-Sikorska, *Atlas radiologiczny rozwoju kośćca dłoni i nadgarstka*, PZWL, Warszawa 1969.

Wiek drugorzędnych cech płciowych u chłopców określa się na podstawie zaawansowania w rozwoju narządów płciowych (prącia i jąder) oraz owłosienia łonowego, a u dziewcząt na podstawie rozwoju piersi i owłosienia łonowego. Poszczególne stadia tych cech przedstawia się na odpowiednich fotografiach służących w momencie oceny jako wzorce. Szczegółowy opis rozwoju cech płciowych oraz powyższej metody zostały poprzednio już omówione. Kryterium wieku wtórnych cech płciowych można stosować tylko w okresie pokwitania.

Wiek zębowy określa się na podstawie liczby wyrżniętych zębów u badanego dziecka i porównaniu jej z tablicą podającą przeciętny wiek wyrzynania się poszczególnych rodzajów zębów mlecznych i stałych. Kolejność wyrzynania się zębów zarówno w szczęce górnej, jak i żuchwie jest w zasadzie ściśle określona w czasie: zęby mleczne wyrżynają się przeciętnie od 6 miesiąca życia do 2 lat, a zęby stałe od 6 do 15 roku życia. W tym też okresie można stosować wymienione kryterium oceny wieku rozwojowego.

Wiek morfologiczny określamy najczęściej na podstawie takich cech morfologicznych, jak wysokość (długość) i ciężar ciała oraz ich proporcji. Rozwój tych cech jest dokładnie poznany i wyraźnie zróżnicowany w poszczególnych fazach rozwoju ontogenetycznego. W szczególnych przypadkach ocenę wieku morfologicznego osobnika możemy poszerzyć o zespół wybranych cech morfologicznych. Ze względu na stosunkowo dużą łatwość w sensie stosowania prostego instrumentarium — dokonania pomiaru antropometrycznego dowolnej cechy, kryterium morfologiczne oceny wieku rozwojowego jest zawsze punktem wyjściowym w ocenie wieku biologicznego dziecka. Dodatkową jego zaletą jest fakt, że może być stosowane w ciągu całego rozwoju ontogenetycznego. Istnieje wiele metod oceny wieku rozwojowego-morfologicznego. Ponieważ w dalszej części niniejszego rozdziału przedstawiono metody oceny rozwoju fizycznego osobnika, a za pomocą każdej z nich można równocześnie określić jego wiek rozwojowy — dokładny sposób określania wieku morfologicznego omówiono przy każdej metodzie.

Najczęściej w podręcznikach podaje się formuły na obliczanie przeciętnego wieku morfologicznego osobnika na podstawie znajomości „wieku" poszczególnych jego cech morfologicznych:

$$(1)\quad \text{wiek rozwojowy (morfologiczny)} = \frac{\text{wiek wys. ciała} + \text{wiek cięż. ciała} + \text{wiek kal.}}{3}$$

$$(2)\quad \text{wiek rozwojowy (morfologiczny)} = \frac{\text{wiek wys. ciała} + \text{wiek cięż. ciała}}{2}$$

Taki sposób obliczania wieku morfologicznego byłby w miarę poprawny jedynie w przypadku, gdy istnieje duża zgodność wieku rozwojowego wysokości ciała i ciężaru ciała z wiekiem kalendarzowym. W innych sytuacjach taki „wypadkowy" wiek morfologiczny osobnika zamazuje obraz rzeczywisty, dzięki czemu poważne opóźnienie w rozwoju jednej z cech może zostać nie zauważone. Posłużymy się przykładami.

Przykład 1

Wiek kalendarzowy	15 lat
Wiek wysokości ciała	9 lat
Wiek ciężaru ciała	9 lat

$$\text{Wiek morfologiczny} = \frac{9+9+15}{3} = 11 \text{ lat}$$

Stosując formułę (1) wiek morfologiczny badanego wynosi 11 lat; według formuły (2) — 9 lat i tak jest w istocie. Sztuczne podwyższenie wieku rozwojowego o pełne 2 lata jest niesłuszne, a wynika z nieuzasadnionego wprowadzenia do licznika wartości wieku kalendarzowego. Faktyczne opóźnienie wieku rozwojowego wynosi w tym przypadku aż 6 lat i obydwie cechy wykazują ten sam stopień opóźnienia.

Przykład 2

Wiek kalendarzowy	15 lat
Wiek wysokości ciała	9 lat
Wiek ciężaru ciała	13 lat

$$\text{Wiek morfologiczny (1)} = \frac{9+13+15}{3} = 12{,}3 \text{ lat}$$

$$\text{Wiek morfologiczny (2)} = \frac{9+13}{2} = 11 \text{ lat}$$

W tym przypadku średnie opóźnienie wieku rozwojowego wysokości i ciężaru ciała (nie uwzględniając wieku kalendarzowego, który również zawyża wynik) wynosi 4 lata, a w istocie rzeczy wiek rozwojowy wysokości ciała opóźniony jest aż o 6 lat, a ciężaru ciała tylko o 2 lata; i ten fakt jest istotny w ocenie wieku morfologicznego badanego chłopca, a nie wypadkowa.

Podane przykłady dostatecznie wyjaśniają konieczność określania wieku rozwojowego-morfologicznego oddzielnie dla każdej cechy.

Wiek rozwojowy jako zmienna ciągła posiada w każdej grupie osobników równych pod względem wieku kalendarzowego rozkład normalny. Stąd nasuwa się pytanie, kiedy stopień odchyleń wieku rozwojowego od kalendarzowego uznajemy za mieszczący się w normie, a kiedy orzekamy o jego istotnym przyspieszeniu lub opóźnieniu? Jednoznaczna odpowiedź na to pytanie jest dość trudna. Niemniej w praktyce są najczęściej stosowane następujące niżej zestawione dopuszczalne zakresy tych odchyleń.

Przedział wieku	Odchylenie
0 - 12 miesięcy	±1 miesiąc
12 - 36 „	±3 miesiące
3 - 7 lat	±6 miesięcy
7 - 18 „	±12 „

Stosowanie powyższych odchyleń nie jest zapewne wielkim błędem, niemniej należy sądzić, że zostały one ustalone intuicyjnie. Brak więc udokumentowanej

analizy ilościowej tego skomplikowanego pod względem jakościowym zjawiska. Jedną z prób wyjaśnienia tego zagadnienia przedstawiamy poniżej.

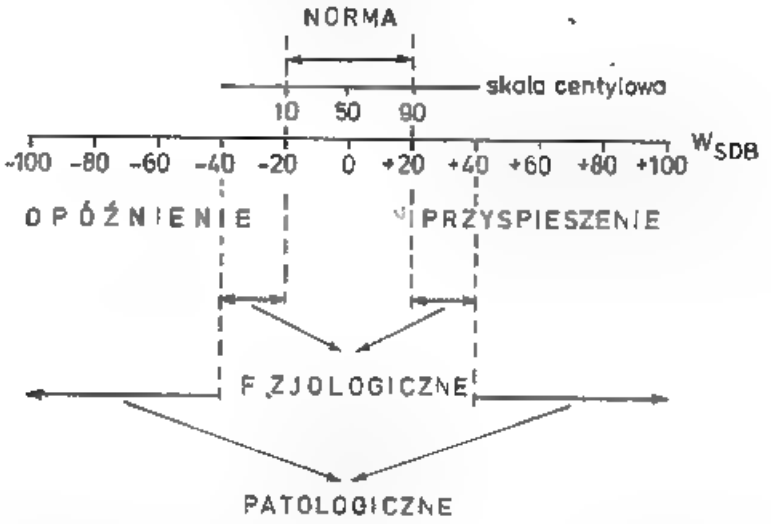
Stopień zaawansowania rozwoju biologicznego osobnika wynika z zależności między jego wiekiem rozwojowym a kalendarzowym. Obiektywną miarą tej zależności jest wskaźnik stanu dojrzałości biologicznej (W_{SDB}) wyrażający stosunek wieku rozwojowego do chronologicznego (kalendarzowego)

$$W_{SDB}=\frac{x_{ij}\times 100}{x_{ich}}-100$$

gdzie x_{ij} — wiek rozwojowy i-tego osobnika wyznaczony za pomocą j-tego kryterium (np. morfologicznego, szkieletowego i in.),

x_{ich} — wiek chronologiczny i-tego osobnika w momencie badania.

Wskaźnik stanu dojrzałości biologicznej W_{SDB} pozwala więc na określenie stopnia



Ryc. 4.4.3. Wskaźnik stanu dojrzałości biologicznej (W_{SDB}) — klasyfikacja

odchyleń wieku rozwojowego badanego osobnika od jego wieku chronologicznego (ryc. 4.4.3).

Klasyfikacja wskaźnika

$-x$	—	$-40{,}1$	opóźnienie patologiczne
$-40{,}0$	—	$-20{,}1$	opóźnienie w granicach fizjologicznych
$-20{,}0$	—	$+20{,}0$	zakres prawidłowy, „norma"
$+20{,}1$	—	$+40{,}0$	przyspieszenie w granicach fizjologicznych
$+40{,}1$	—	$+x$	przyspieszenie patologiczne

Wartości wskaźnika ze znakiem „+" informują o niezgodności wieku rozwojowego z kalendarzowym w kierunku jego przyspieszenia, a wartości wskaźnika ze znakiem „—" wskazują na niezgodność w kierunku opóźnienia rozwoju. Szczegółowa interpretacja całego zakresu zmienności wskaźnika stanu dojrzałości biologicznej jest następująca: zakres prawidłowy (norma) oznacza zakres odchyleń fizjologicznych mieszczących się w granicach normy adaptacyjnej, czyli zakres normalności, co

Tabela 4.4.1. Ciężar ciała

Wiek w latach	$\bar{x}$	S	$\bar{x} \pm 1S$	$\bar{x} \pm 3S$
		Chłopcy		
3	15,0	1,8	13,2 - 16,8	9,6 - 20,4
4	17,5	2,2	15,3 - 19,7	10,9 - 24,1
5	19,2	2,4	15,1 - 21,6	12,0 - 26,4
6	21,6	3,2	18,4 - 24,8	12,0 - 31,2
7	24,0	3,7	20,3 - 27,7	12,9 - 35,1
8	26,2	4,3	21,9 - 30,5	13,3 - 39,1
9	29,6	3,9	25,7 - 33,5	17,9 - 41,3
10	32,3	4,8	27,5 - 37,1	17,9 - 46,7
11	35,8	6,3	29,5 - 42,1	16,9 - 54,7
12	39,9	6,1	33,8 - 46,0	21,6 - 58,2
13	42,9	7,9	35,0 - 50,8	19,2 - 66,6
14	48,2	9,1	39,1 - 57,3	20,9 - 75,5
15	51,2	10,0	41,2 - 61,2	21,2 - 81,2
16	60,9	7,5	53,4 - 68,4	38,4 - 83,4
17	65,1	8,0	57,1 - 73,1	41,1 - 89,1
18	66,0	7,4	58,6 - 73,4	43,8 - 88,2

Tabela 4.4.2. Wysokość ciała (*B-v*)

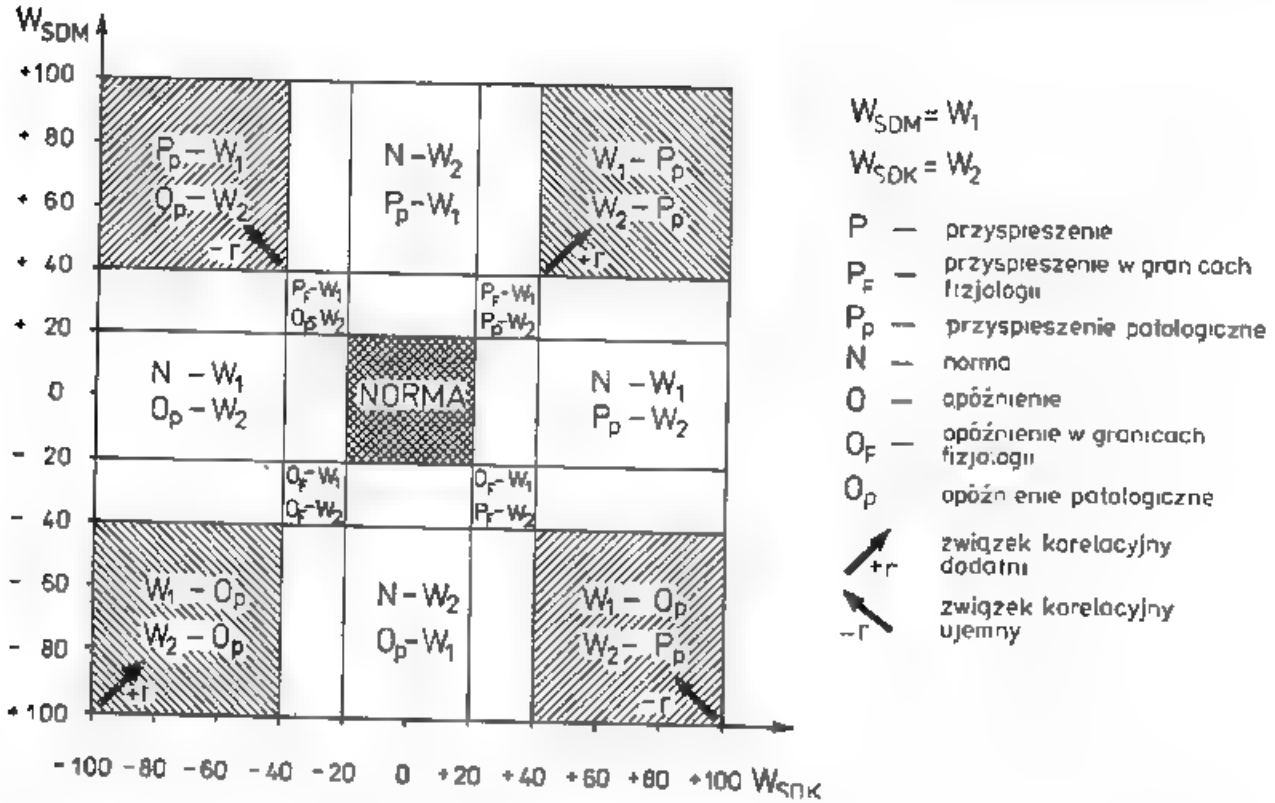
Wiek w latach	$\bar{x}$	S	$\bar{x} \pm 1S$	$\bar{x} \pm 3S$
		Chłopcy		
3	94,5	4,7	89,9 - 99,4	80,5 - 108,7
4	103,8	4,7	99,1 - 108,5	89,7 - 117,9
5	109,4	4,7	104,7 - 114,1	95,3 - 123,5
6	116,4	5,1	111,3 - 121,5	101,1 - 131,7
7	122,0	5,3	116,7 - 127,3	106,1 - 137,9
8	126,0	5,5	120,5 - 131,5	109,5 - 142,5
9	133,4	5,8	127,6 - 139,2	116,0 - 150,8
10	137,9	6,4	131,5 - 144,3	118,7 - 157,1
11	142,3	5,9	136,4 - 148,2	124,6 - 160,0
12	149,2	6,2	143,1 - 155,0	130,6 - 167,8
13	153,7	9,7	144,0 - 163,4	124,6 - 182,8
14	160,8	9,3	151,5 - 170,1	132,9 - 188,7
15	163,5	9,3	154,5 - 172,8	135,6 - 191,4
16	173,5	5,5	168,0 - 179,0	157,0 - 190,0
17	175,5	5,8	169,7 - 181,3	158,1 - 192,9
18	176,3	6,4	169,9 - 182,7	157,1 - 195,5

odpowiada wartościom wskaźnika W_{SDB} od $+20{,}0$ do $-20{,}0$, a w skali centylowej centylom C_{10} i C_{90}. Zakresy od $-20{,}1$ do $-40{,}0$ i od $+20{,}1$ do $+40{,}0$ wyznaczają odpowiednio opóźnienie i przyspieszenie wieku rozwojowego mieszczące się jeszcze w granicach fizjologicznych oraz ewentualne stany subpatologiczne. Natomiast wielkości wskaźnika W_{SDB} mniejsze od $-40{,}0$ i większe od $+40{,}0$ wskazują na opóźnienie lub przyspieszenie rozwoju o charakterze patologicznym.

$\bar{x}$	S	$\bar{x}\pm 1S$	$\bar{x}\pm 3S$
		Dziewczęta	
14,5	1,4	13,1 - 15,9	10,3 - 18,7
16,7	2,0	14,7 - 18,7	10,7 - 22,7
18,9	2,8	16,1 - 21,7	10,5 - 27,3
21,3	2,9	18,4 - 24,2	12,6 - 30,0
23,6	3,5	20,1 - 27,1	13,1 - 34,1
25,6	4,2	21,4 - 29,8	13,0 - 38,2
29,0	5,3	23,7 - 34,3	13,1 - 44,9
31,6	5,2	26,4 - 36,8	16,0 - 47,2
35,6	6,3	29,3 - 41,9	16,7 - 54,5
40,0	8,4	31,6 - 48,4	14,8 - 65,2
44,3	8,3	36,0 - 52,6	19,4 - 69,2
49,0	7,1	41,9 - 56,1	21,3 - 70,3
49,2	7,3	41,9 - 56,5	27,3 - 71,1
54,3	7,2	47,1 - 61,5	32,7 - 75,9
54,5	7,7	46,8 - 62,2	31,4 - 77,6
54,9	5,8	49,1 - 60,7	37,5 - 72,3

$\bar{x}$	S	$\bar{x}\pm 1S$	$\bar{x}\pm 3S$
		Dziewczęta	
93,4	3,6	89,8 - 97,0	82,6 - 104,2
101,8	4,2	97,6 - 106,0	89,2 - 114,4
109,0	4,9	104,1 - 113,9	94,3 - 123,7
116,3	5,4	110,9 - 121,7	100,1 - 132,5
121,5	5,0	116,5 - 126,5	106,5 - 136,5
126,6	5,2	121,4 - 131,8	111,0 - 142,2
132,3	6,0	126,3 - 138,3	114,3 - 150,3
136,5	6,3	130,2 - 142,8	117,6 - 155,4
143,7	6,4	137,3 - 150,1	124,5 - 162,9
149,5	7,0	142,5 - 156,5	128,5 - 170,5
154,4	7,2	147,2 - 161,6	132,8 - 176,0
158,0	6,3	151,7 - 164,3	139,1 - 176,9
158,2	5,3	152,9 - 163,5	142,3 - 174,1
161,7	5,6	156,1 - 167,3	144,9 - 178,5
162,4	6,3	156,1 - 168,7	143,5 - 181,3
163,3	6,2	157,1 - 169,5	144,7 - 181,9

Należy podkreślić, że w przypadkach wszelkiego rodzaju zaburzeń rozwojowych (przede wszystkim uwarunkowanych czynnikami chorobowymi) wiek rozwojowy osobnika powinien być określony jednocześnie kilkoma kryteriami, np. kryterium morfologicznym, szkieletowym i wtórnych cech płciowych. W ten sposób można ustalić zależności zachodzące między tymi wyznacznikami wieku rozwojowego a typem zaburzenia. I tak np. obliczenie wskaźnika stanu dojrzałości biologicznej



Ryc. 4.4.4. Kwadrat teoretycznie możliwych zależności między wskaźnikiem stanu dojrzałości morfologicznej (W_{SDM}) i kostnej (W_{SDK})

dla kryterium morfologicznego (W_{SDM}) i kostnego (W_{SDK}) pozwoliło na wyodrębnienie teoretycznych zależności między nimi. Ryc. 4.4.4 przedstawia 25 teoretycznie możliwych typów zależności między wskaźnikiem stanu dojrzałości morfologicznej i kostnej. Uzyskane w ten sposób obszary wyznaczone granicami klasyfikacji wskaźnika informują o różnym stopniu opóźnienia lub przyspieszenia wieku morfologicznego i kostnego.

W analogiczny sposób można przedstawić zależności między innymi kryteriami wieku rozwojowego.

Metody oceny rozwoju biologicznego (morfologicznego)

Oceny rozwoju biologicznego osobnika dokonujemy na podstawie jego obrazu fenotypowego (tzn. na podstawie zespołu cech morfologicznych) porównując go z normą rozwojową. Poprzednio podaliśmy definicję normy rozwojowej oraz rodzaje stosowanych norm. Przypominamy tylko, że norma rozwojowa odzwierciedla proces kształtowania się cech w okresie progresywnego rozwoju ontogenetycznego w populacji dzieci zdrowych, a wykonana jest na próbie losowej tej populacji. Wartości uznawane za normę mogą być przedstawione bądź w tablicach, bądź też w postaci graficznej.

Poniżej przedstawiamy najczęściej stosowane metody oceny rozwoju morfologicznego osobnika opracowane na podstawie danych antropometrycznych dla dzieci z miasta Poznania badanych w latach 1971 - 1972.

Metoda tablic Pirqueta

Najstarsza i zarazem najprostsza do stosowania w praktyce jest metoda tablic Pirqueta, polegająca na porównaniu wielkości odpowiednich cech dziecka ze średnimi arytmetycznymi tychże cech, charakterystycznymi dla danej populacji. Najczęściej są to średnie arytmetyczne długości i ciężaru ciała, a dla niemowląt także obwodu głowy i klatki piersiowej zestawione w kolejnych grupach wieku kalendarzowego, w odpowiednich tablicach, oddzielnie dla każdej płci. Przez porównanie wielkości badanych cech dziecka z odpowiednimi danymi z tablicy można po pierwsze — określić wiek rozwojowy dziecka i po drugie — obliczyć jak dalece dane dziecko jest opóźnione lub przyspieszone (w miesiącach lub latach — w zależności od wieku dziecka) w rozwoju pod względem badanych cech.

Pewne zastrzeżenia co do celowości stosowania powyższej metody wynikają z samej definicji normy rozwojowej, która charakteryzuje określony obszar zmienności danej cechy, a tym samym ograniczona jest pewnymi wartościami skrajnymi. Podana w tablicach Pirqueta średnia arytmetyczna jest tylko jedną z miar położenia (najczęściej centralną) zbioru obserwacji jakiejś cechy dla wybranej w sposób losowy grupy dzieci i na układzie współrzędnych wyznacza ją jeden punkt, w którym znajduje się niewielki odsetek badanego zbioru. Jak z powyższego wynika, sama średnia arytmetyczna nie może być biologicznym układem odniesienia i z tego powodu ocena rozwoju fizycznego dokonana za pomocą tablic jest mało dokładna i problematyczna w sensie jej jednoznaczności. Dlatego też nie zamieszczamy typowej tablicy Pirqueta. Przedstawione przez nas tablice wskaźników rozwoju wysokości i ciężaru ciała dzieci poznańskich w wieku od 3 do 18 lat poszerzone są — w stosunku do tablic typu Pirqueta — o odchylenie standardowe (S) i pełen obszar zmienności każdej z cech (tab. 4.4.1 i 4.4.2).

Pomimo przytoczonych wyżej braków metoda tablic Pirqueta posiada wartości ogólnoinformacyjne i dlatego jest najpowszechniej stosowaną metodą oceny rozwoju fizycznego.

Metoda siatek centylowych

Zakładając, że badane cechy w losowej próbie z populacji mają rozkład normalny, p-tym centylem (C_p) nazywamy tę wartość cechy, której nie przekracza $p\%$ osobników. Wartość poszczególnych centyli (C_p) oblicza się według wzoru

$$C_p = \bar{x} \pm U_p \cdot S,$$

gdzie C_p — wartość cechy na poziomie p-tego centyla,

$\bar{x}$ — średnia arytmetyczna próby,
S — odchylenie standardowe,
U_p — wartość zmiennej losowej U odczytana z tablicy kwartyli rozkładu normalnego na poziomie p-tego centyla.

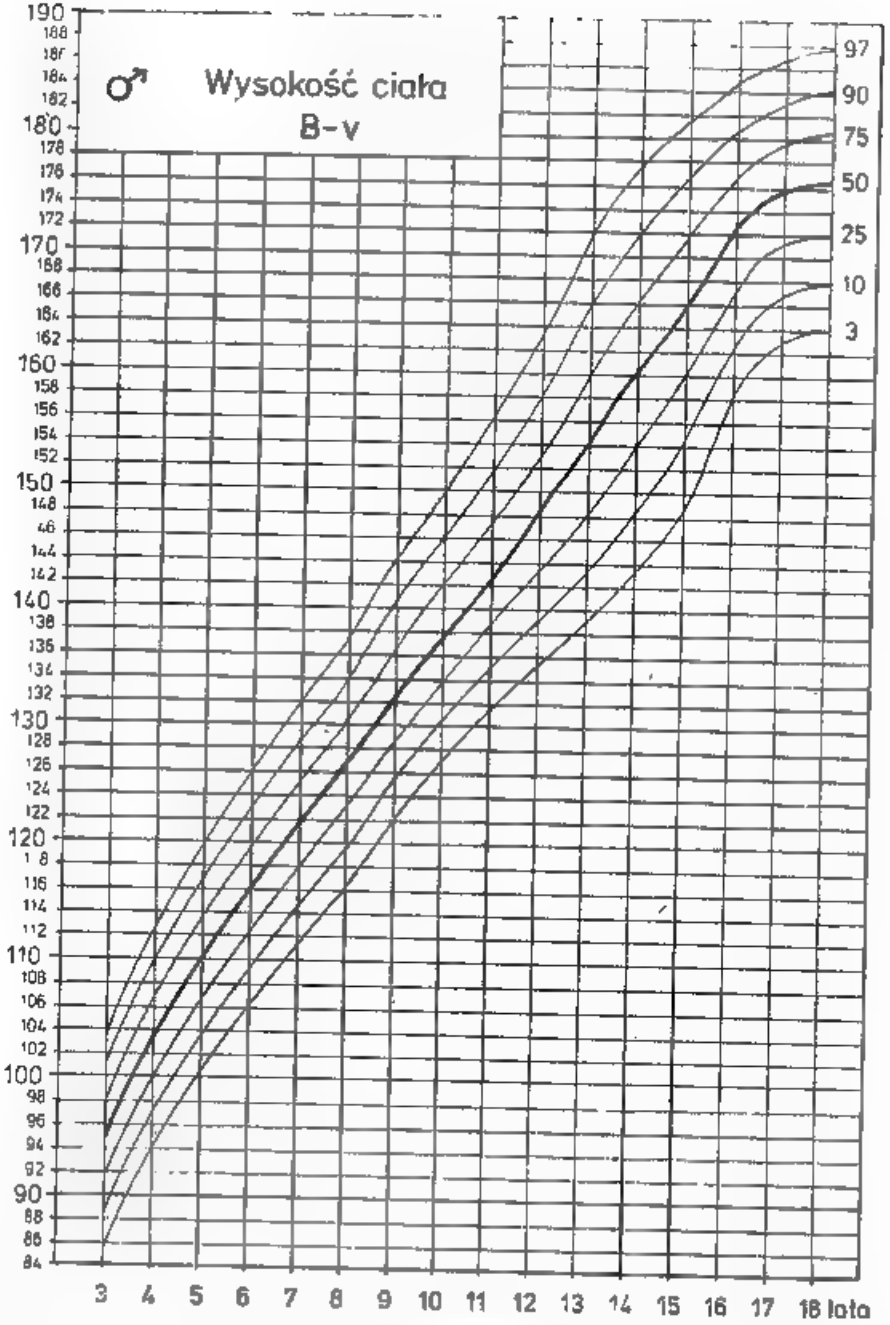
W podany wyżej sposób wyliczamy oddzielnie dla każdej grupy wieku i płci odpowiednie wartości centylowe danej cechy, a następnie na układzie współrzędnych, którego oś poziomą stanowią grupy wieku, a pionową – wartości cechy, wykreślamy siatkę centylową. Zgodnie z podaną wyżej definicją centyli, przebiegające poprzecznie kolejne „linie centylowe" oznaczają procent dzieci znajdujących się w każdej grupie wieku poniżej ich poziomu. Równocześnie linie centylowe tworzą pewne kanały odpowiadające małym, średnim lub dużym wartościom danej cechy. Przyjmując za normę obszar ograniczony wartościami $\bar{x}-1S$ i $\bar{x}+1S$ na siatce centylowej powinny go wyznaczać centyle C_{16} i C_{84} (68% osobników — zobacz ryc. 4.4.2). W przedstawionych przez nas siatkach centylowych obszar normy jest ograniczony do 50% ogółu spostrzeżeń, gdyż jego granice wyznaczają centyle C_{25} i C_{75}. Pozostałe kanały ograniczone centylami: C_3-C_{10}, $C_{10}-C_{25}$ i $C_{75}-C_{90}$ oraz $C_{90}-C_{97}$ mieszczą osobników posiadających małe lub duże wielkości danej cechy. Wiek rozwojowy badanego dziecka określamy odczytując z siatki wiek jakiemu odpowiada wielkość cechy u dziecka na poziomie 50 centyla. Przy jednorazowej ocenie rozwoju dziecka za pomocą siatki centylowej wyznaczamy punktem na siatce jego pozycję centylową. Następnie znając kanał, w którym ten punkt się znajduje klasyfikujemy badane dziecko do odpowiedniej kategorii wielkości badanej cechy. Postępując w ten sposób z zespołem cech zmierzonych u dziecka możemy ocenić jego proporcje, np. duży ciężar ciała przy małej wysokości itp. W przypadku posiadania prawidłowych proporcji ciała lokaty (pozycje) centylowe badanych cech powinny znajdować się w tym samym kanale.

Podczas badań ciągłych przez połączenie punktów wyznaczających kolejne lokaty centylowe (w kolejnych czasach t) otrzymamy dodatkowo krzywą indywidualnego rozwoju danego dziecka. Możemy tym samym określić harmonijność rozwoju tego dziecka pod względem badanej cechy. Jeżeli krzywa indywidualnego rozwoju dziecka przebiega stale w jednym kanale, to niezależnie od jego poziomu fakt ten oznacza harmonijne tempo wzrastania dziecka pod względem badanej cechy.

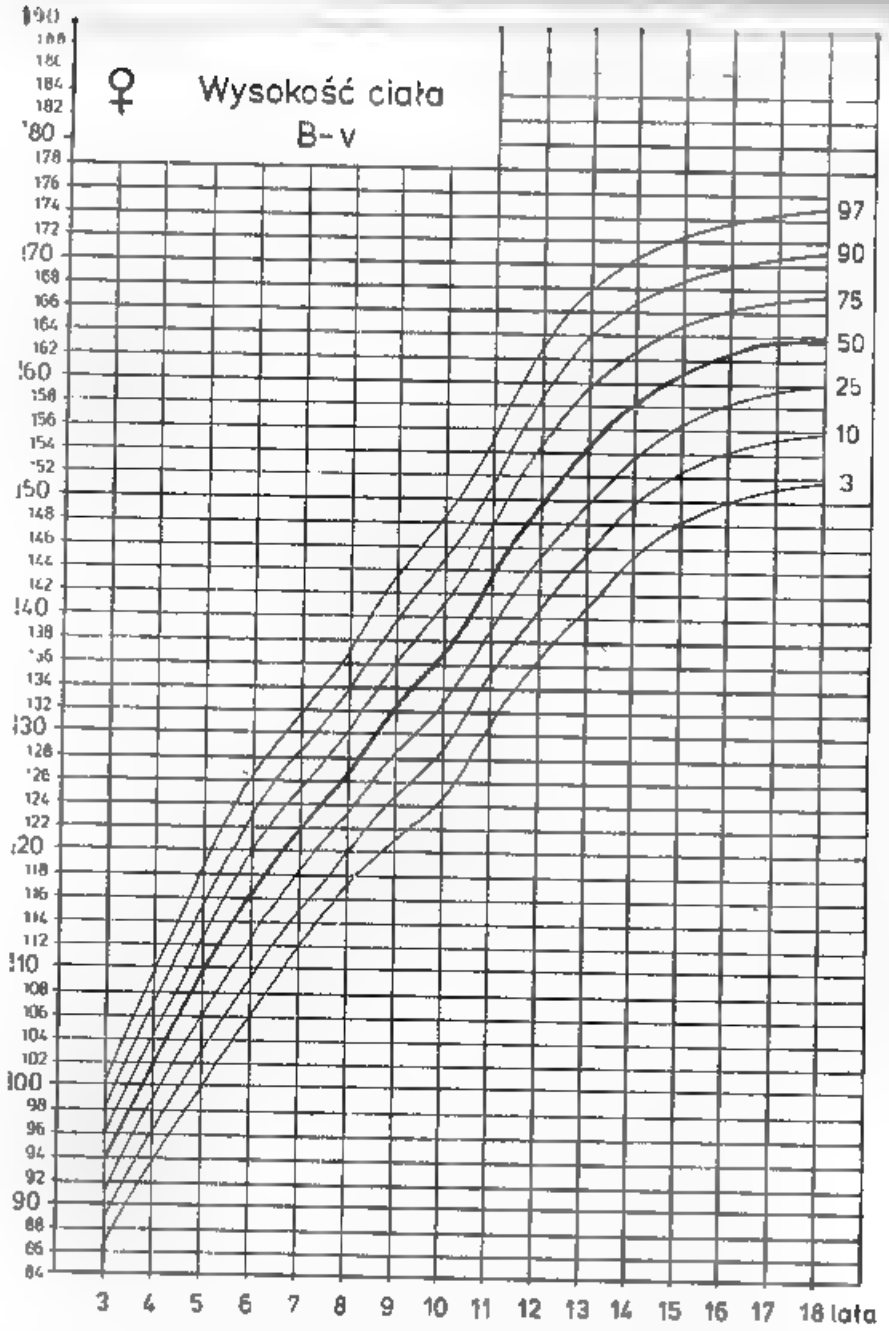
Poniżej zamieszczamy zestaw czterech siatek centylowych dla wysokości i ciężaru ciała dziewcząt i chłopców z miasta Poznania w wieku od 3 do 18 lat. Wszystkie linie są interpolowane graficznie (ryc. 4.4.5 - 4.4.8).

Graficzna metoda cechy wieku rozwojowego i proporcji wagowo-wzrostowych

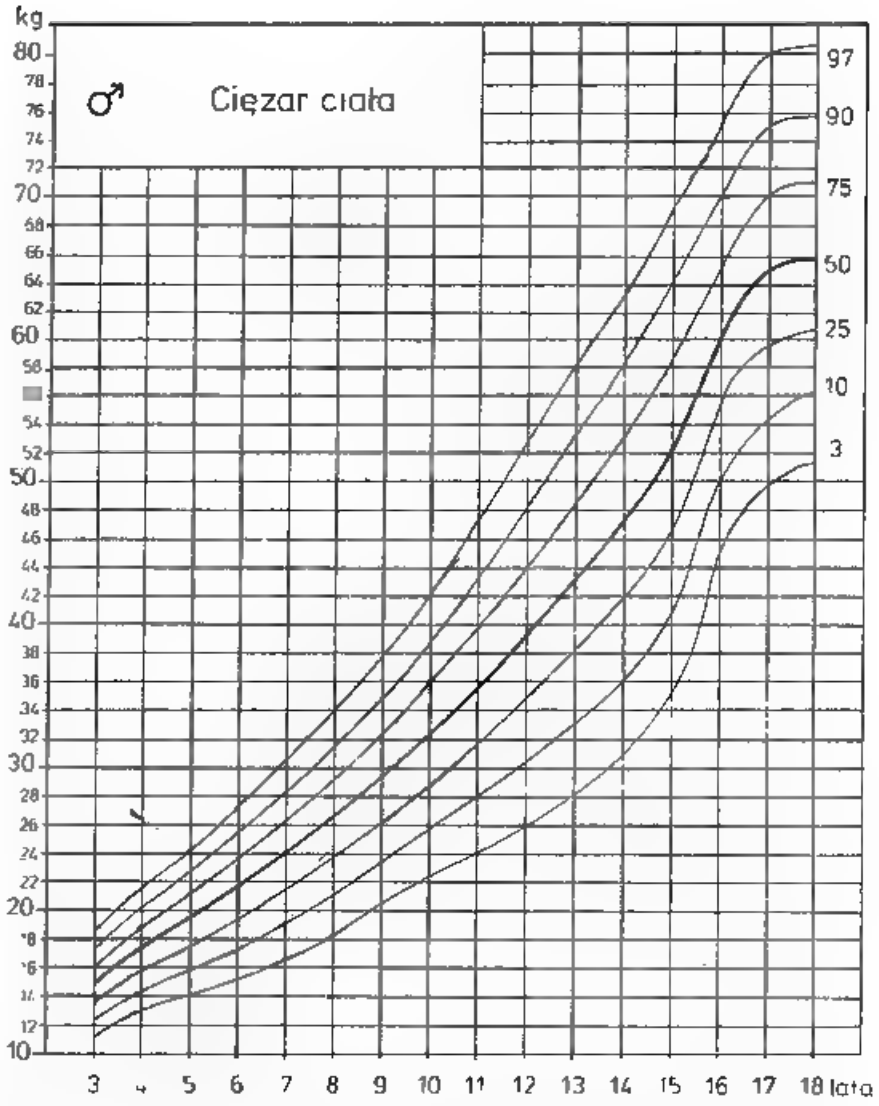
Nowoczesne metody oceny rozwoju fizycznego konstruowane są na zasadzie współzależności między parami cech skorelowanych. W polskim piśmiennictwie do tego rodzaju metod należy m. in. graficzna metoda oceny tempa i harmonijności rozrostu opracowana przez N. Wolańskiego (jest to metoda najszerzej rozpropagowana).



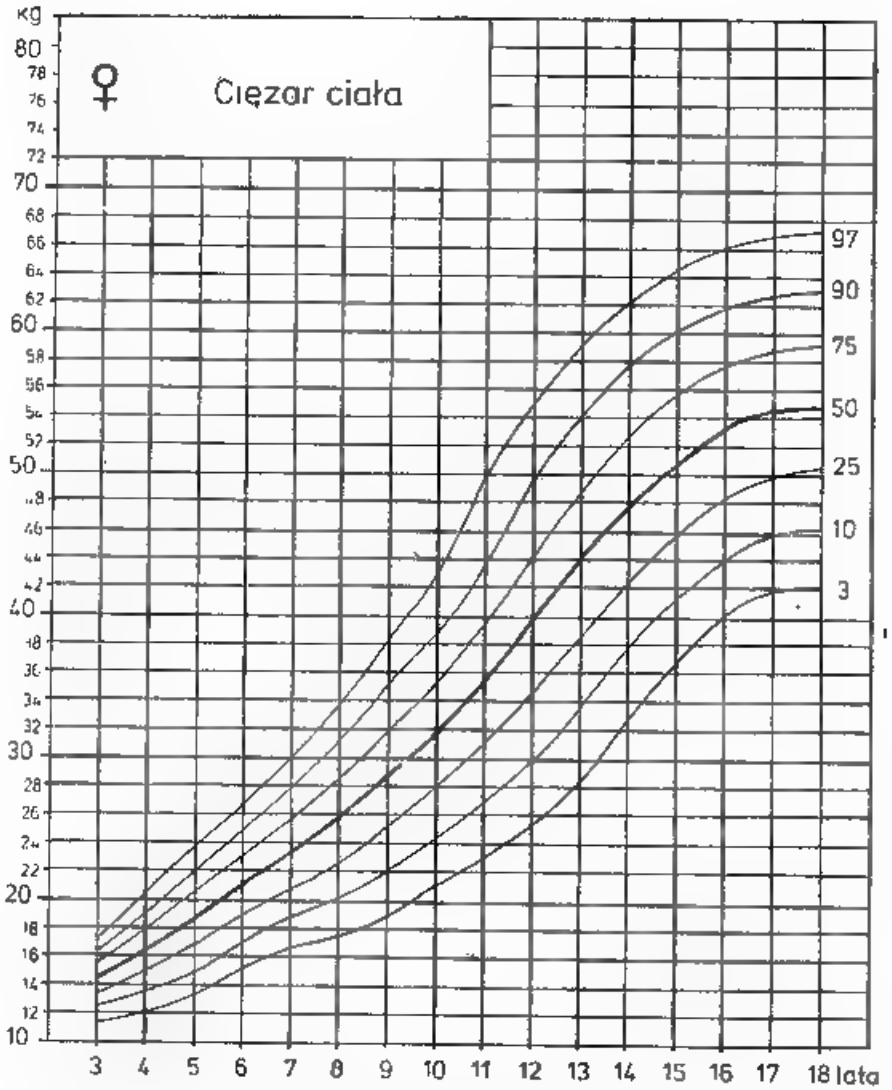
Ryc. 4.4.5. Siatka centylowa wysokości ciała chłopców poznańskich w wieku od 3 do 18 lat



Ryc. 4.4.6. Siatka centylowa wysokości ciała dziewcząt poznańskich w wieku od 3 do 18 lat

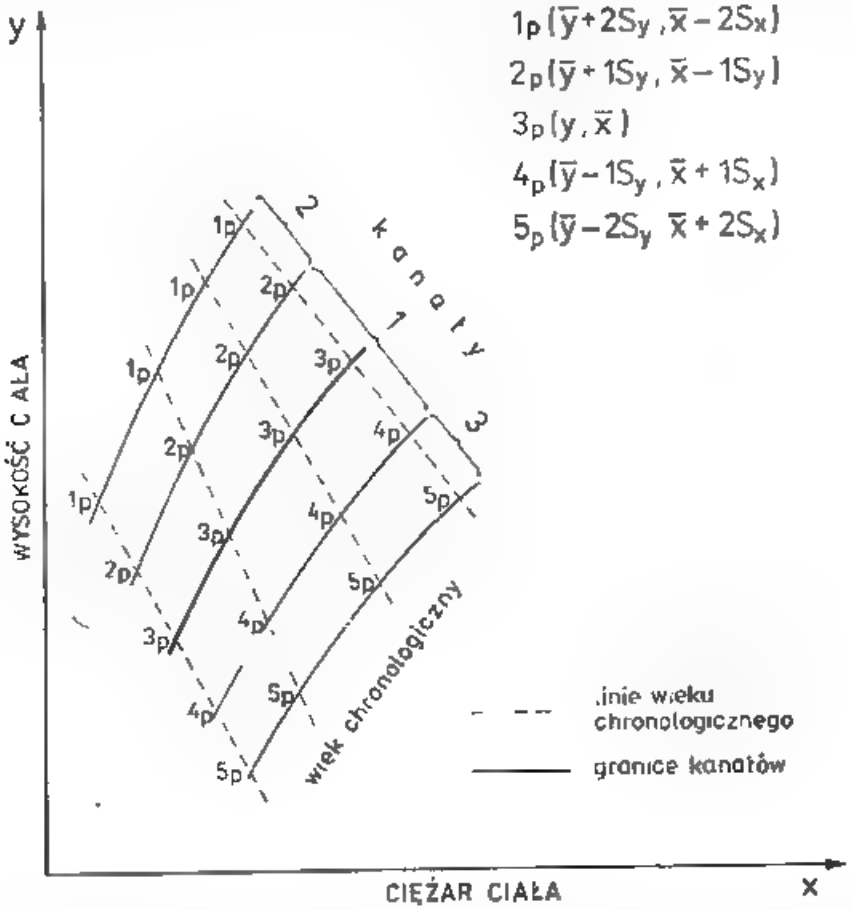


Ryc. 4.4.7. Siatka centylowa ciężaru ciała chłopców poznańskich w wieku od 3 do 18 lat



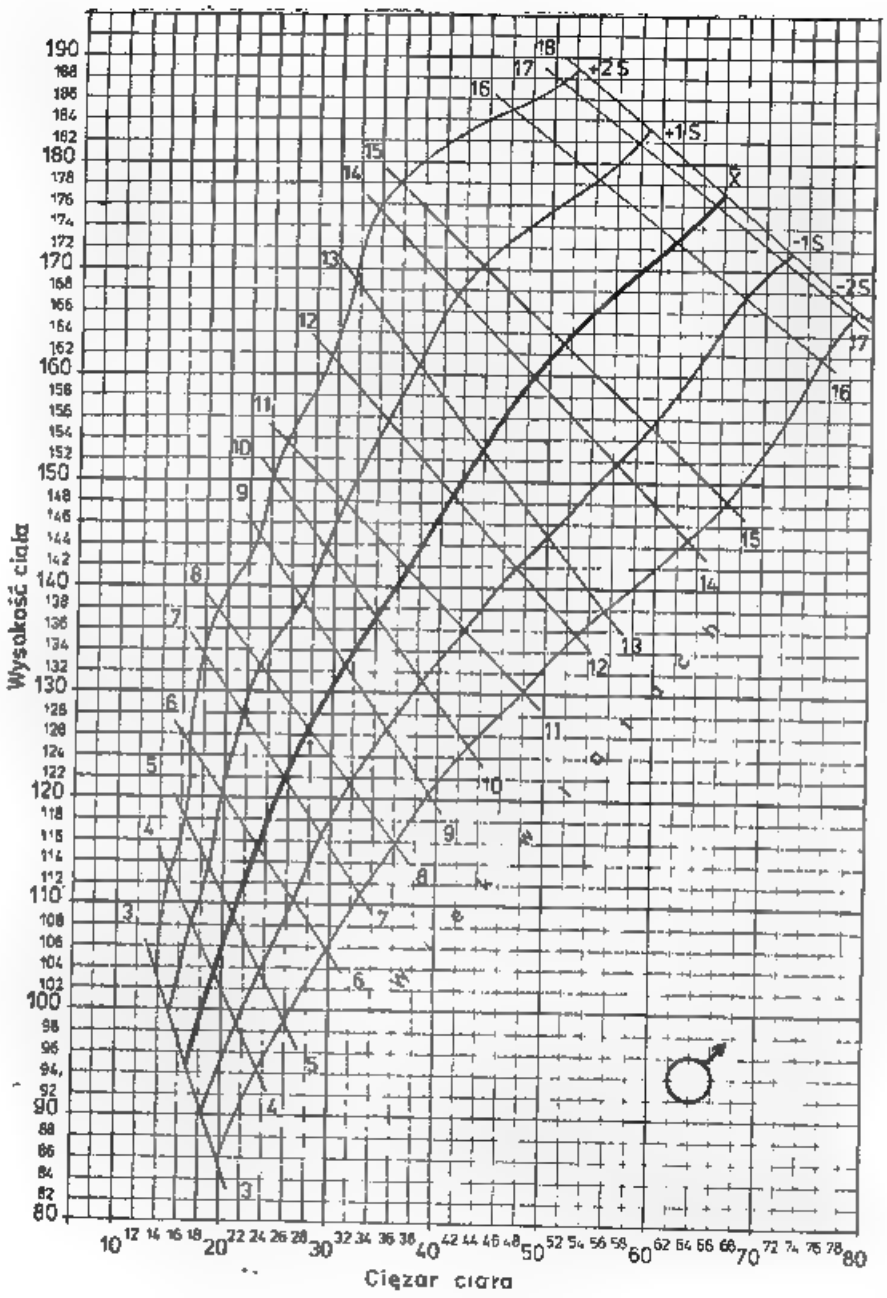
Ryc. 4.4.8. Siatka centylowa ciężaru ciała dziewcząt poznańskich w wieku od 3 do 18 lat

Przedstawiona przez nas metoda — oparta zresztą na podobnych założeniach ogólnych — jest uproszczoną formą tej ostatniej i służy do oceny wieku rozwojowego oraz proporcji wagowo-wzrostowych. Sposób konstrukcji grafików jest następujący: na układ współrzędnych prostokątnych wysokości (oś y) i ciężaru ciała (oś x) naniesiono dla każdej grupy wieku średnie arytmetyczne ($\bar{y}$, $\bar{x}$) i odchylenia standardowego (S_y, S_x). Za granicę zmienności każdej z cech przyjęto odpowiednio $\bar{y}\pm 1S_y$ i $\bar{y}\pm 2S_y$ oraz $\bar{x}\pm 1S_x$ i $\bar{x}\pm 2S_x$. Przez połączenie powstałych w ten sposób dla każdej grupy wieku 5 punktów o współrzędnych opisanych na ryc. 4.4.9 otrzymujemy linie

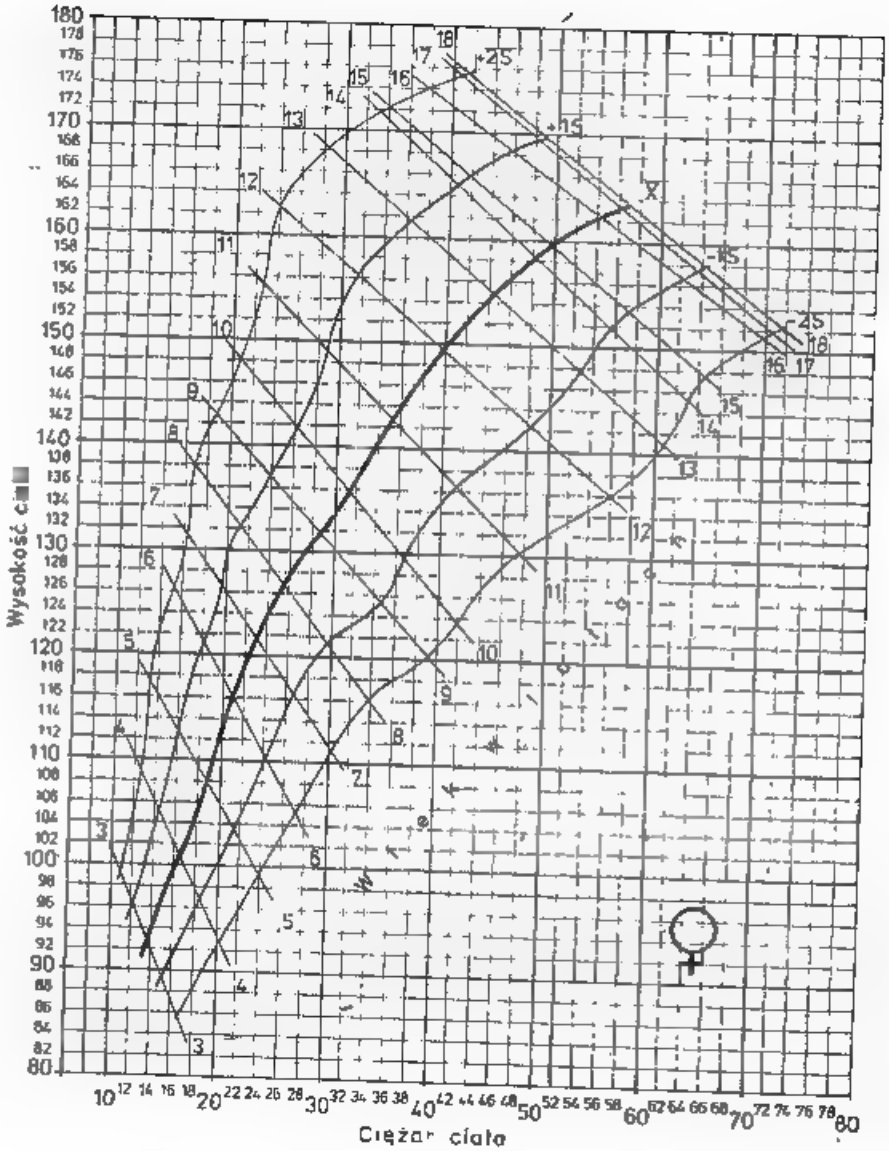


Ryc. 4.4.9. Sposób wykreślania zależności między wysokością i ciężarem ciała określonych średnimi arytmetycznymi ($\bar{x}$) i odchyleniami standardowymi (S) tych cech w poszczególnych grupach wieku chronologicznego

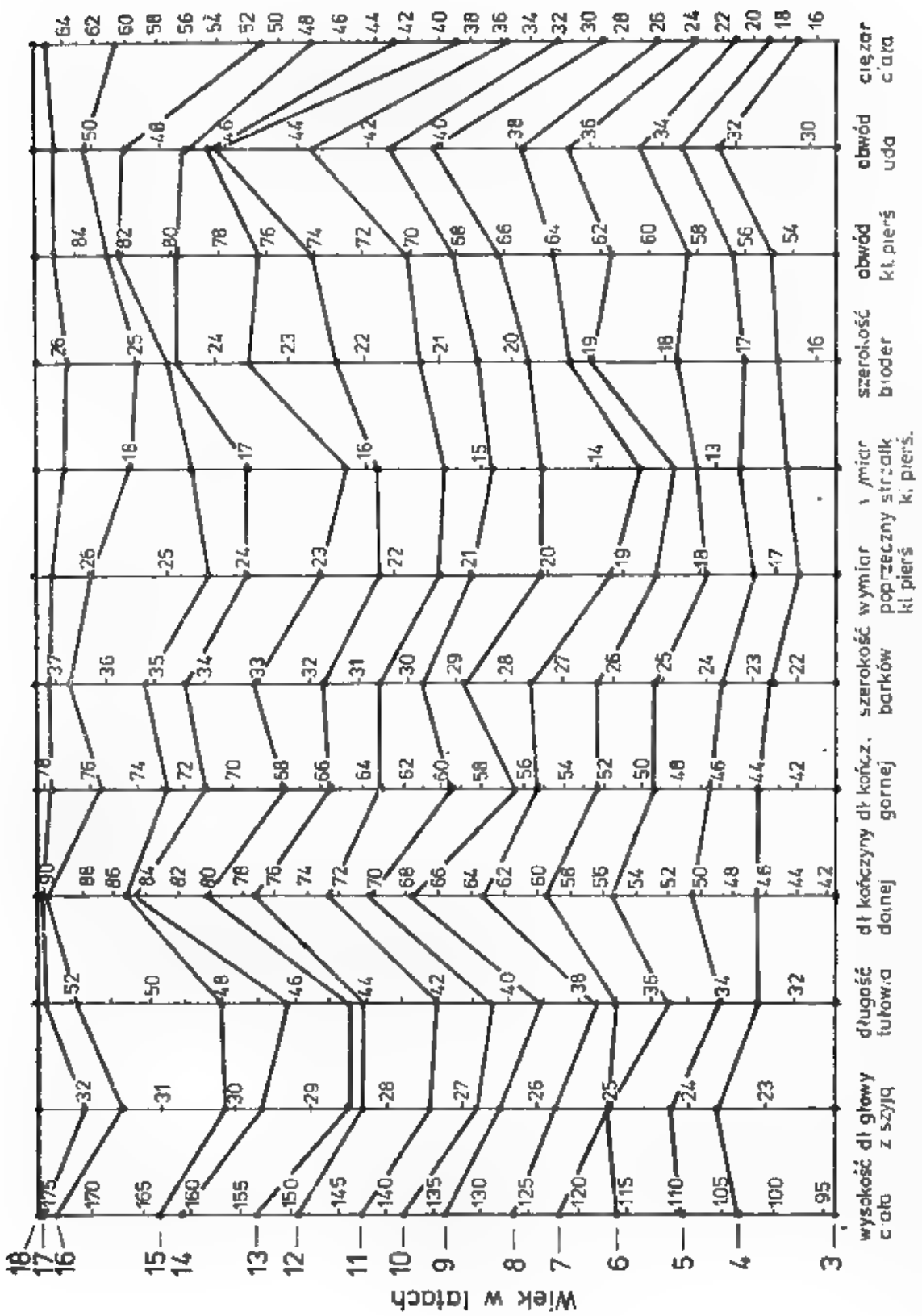
wieku chronologicznego (kalendarzowego), na których znajdują się wartości osobników o jednakowym wieku kalendarzowym i rozwojowym, ale o różnym stosunku ciężaru ciała i wysokości odpowiadającym wszystkim stanom fizjologicznym dla tego wieku zawartym w granicach $\bar{y}\pm 2S_y$ i $\bar{x}\pm 2S_x$. Z kolei łącząc punkty (wyznaczone dla kolejnych grup wieku kalendarzowego) między następującymi po sobie grupami wieku otrzymujemy 5 linii biegnących na układzie współrzędnych w przybliżeniu równolegle, lecz w kierunku przeciwnym do poprzednich, tworzących z nimi siatkę. Linie te ograniczają kanały wyznaczające odpowiednie kategorie proporcji wagowo-wzrostowych:



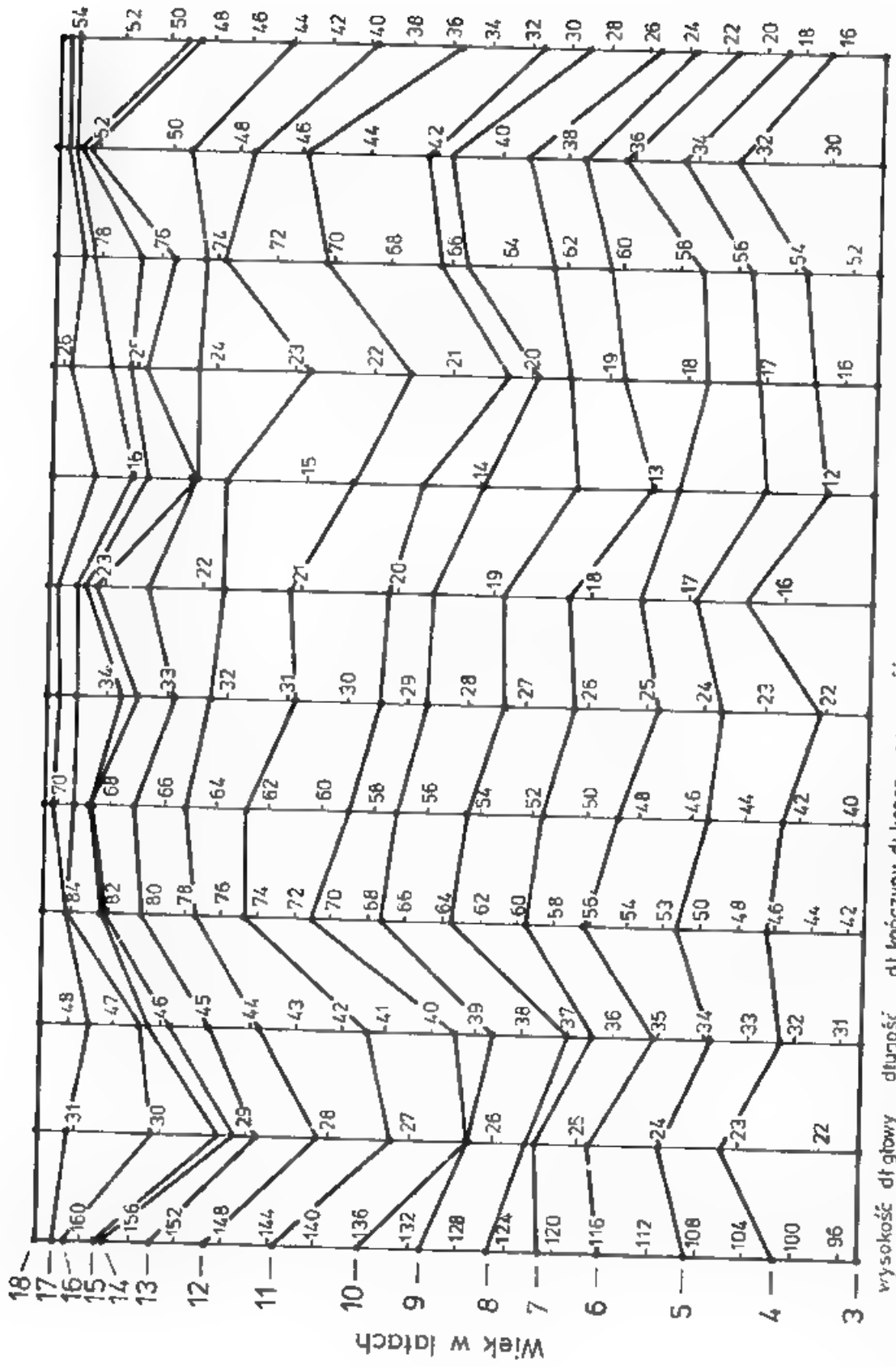
Ryc. 4.4.10. Graficzna metoda oceny wieku morfologicznego i proporcji wagowo-wzrostowych chłopców poznańskich w wieku od 3 do 18 lat



Ryc. 4.4.11. Graficzna metoda oceny wieku morfologicznego i proporcji wagowo-wzrostowych dziewcząt poznańskich w wieku od 3 do 18 lat



Ryc. 4.4.12. Morfogram chłopców poznańskich w wieku od 3 do 18 lat



Ryc. 4.4.13. Morfogram dziewcząt poznańskich w wieku od 3 do 18 lat

1) kanał środkowy w granicach $\bar{y} \pm 1S_y$ dla wysokości ciała i $\bar{x} \pm 1S_x$ dla ciężaru ciała obejmujący 68,26% osobników o harmonijnym stosunku ciężaru do wysokości ciała;

2) kanał górny w granicach od $\bar{y}+1S_y$ do $\bar{y}+2S_y$ dla wysokości ciała oraz od $\bar{x}-1S_x$ do $\bar{x}$ $2S_x$ dla ciężaru ciała obejmujący 13,59% osobników o dysproporcjonalnym stosunku ciężaru ciała do wysokości;

3) kanał dolny w granicach od $\bar{y}-1S_y$ do $\bar{y}-2S_y$ dla wysokości ciała oraz od $\bar{x}+1S_x$ do $x+2S_x$ dla ciężaru ciała obejmujący 13,59% osobników również o dysproporcjonalnym stosunku ciężaru ciała do wysokości, lecz o zakresach obu cech odmiennych niż w punkcie 2.

Poza wyznaczonymi powyżej kanałami z każdej strony znajduje się po 2,28% osobników dysharmonijnych (ryc. 4.4.10 i 4.4.11).

Przedstawiona przez nas metoda służy

— do określania wieku morfologicznego, a w przypadku jego niezgodności z wiekiem chronologicznym do oceny stopnia opóźnienia lub przyspieszenia rozwoju badanego dziecka;

— pozwala w sposób obiektywny ocenić propozycje wagowo-wzrostowe badanego dziecka na tle grupy jego rówieśników.

Metoda ta może być stosowana przy jednorazowej ocenie stanu rozwoju dziecka jak również i przede wszystkim — podczas obserwacji ciągłych prowadzonych na tym samym osobniku. W tym drugim przypadku lokalizacja linii rozwojowej dziecka stale w tym samym kanale będzie świadczyła o harmonijnym tempie jego rozwoju, zaś „wędrowanie" tej linii po kanałach świadczyć będzie o nieharmonijnym tempie rozwoju dziecka.

Metoda morfograficzna

Morfogram jest graficznym obrazem średnich arytmetycznych zespołu cech (skale pionowe) w kolejnych grupach wieku kalendarzowego (profile poziome). Podstawową jego zaletą jest możliwość łącznego rozpatrywania całego zespołu cech, dzięki czemu jest stosunkowo prostym narzędziem do badania proporcji ciała (ryc. 4.4.12 i 4.4.13).

Korzystając z morfogramu oceniamy położenie profilu rzeczywistego (z bezpośrednich pomiarów) badanego dziecka w stosunku do jego profilu chronologicznego (=wieku kalendarzowego) i rozwojowego (=wieku rozwojowego). W przypadku zgodnego przebiegu tych trzech profili powiemy o poprawnym rozwoju dziecka. Jeżeli profil rzeczywisty i rozwojowy będą zgodne, ale znajdą się powyżej lub poniżej profilu chronologicznego, świadczyć to będzie o przyspieszeniu lub opóźnieniu rozwoju z zachowaniem prawidłowych proporcji ciała. W przypadku gdy profil rzeczywisty dziecka jest niezgodny z profilem chronologicznym i rozwojowym możemy wnioskować, że dziecko rozwija się nieharmonijnie i pod względem rozpatrywanych cech lub ich zespołów jest w różnym stopniu opóźnione lub przyspieszone w rozwoju; tym samym jego proporcje są nieprawidłowe.

Pomiary antropometryczne podstawowych cech morfologicznych stosowanych w ocenie rozwoju fizycznego

Punkty antropometryczne

akromion (*a*) — punkt położony na najbardziej bocznie wysuniętej krawędzi zewnętrznej wyrostka barkowego łopatki,

akropodion (*ap*) — najdalej wystający ku przodowi punkt stopy; przypada na I lub II palcu stopy,

alare (*al*) — najdalej bocznie wystający punkt skrzydeł nosowych,

basis (*B*) — punkt leżący w miejscu przecięcia środkowej linii ciała z podstawą, na której stoi badany,

daktylion (*da*) — punkt położony najbardziej dystalnie na opuszce najdłuższego palca ręki (najczęściej III palca),

euryon (*eu*) — najdalej bocznie wystający punkt głowy,

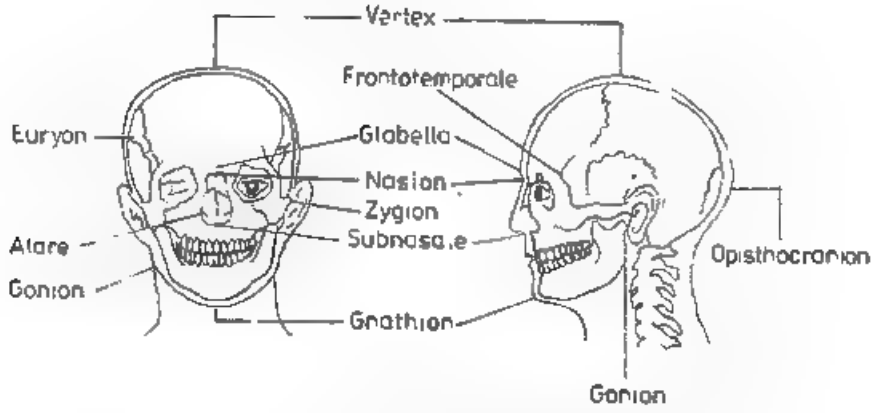
frontotemporale (*ft*) — na czole, w miejscu największego zbliżenia się dwu linii skroniowych,

glabella (*g*) — punkt leżący na kości czołowej w linii pośrodkowej ciała między łukami brwiowymi,

gnathion (*gn*) — punkt leżący na dolnym brzegu żuchwy, w miejscu gdzie linia brzegu tylnego gałęzi przechodzi w linię brzegu dolnego trzonu żuchwy,

gonion (*go*) — punkt na kącie żuchwy w miejscu, gdzie linia brzegu tylnego gałęzi przechodzi w linię brzegu dolnego trzonu żuchwy,

iliocristale (*ic*) — najbardziej bocznie położony punkt na brzegu grzebienia kości miednicznej w linii środkowej pachowej,



Ryc. 4.4.14. Podstawowe punkty antropometryczne na głowie

iliospinale (*is*) — punkt położony na kolcu przednim górnym kości miednicznej,

malleolare (*ml*) — punkt leżący na dolnym brzegu wyrostka kości piszczelowej (tzw. kostki przyśrodkowej), na ryc. 4.4.15 punkt ten oznaczono jako *m*,

mesosternale (*ms*) — punkt położony na przedniej powierzchni trzonu mostka w miejscu przecięcia płaszczyzny strzałkowej środkowej z linią łączącą górne krawędzie IV stawu mostkowo-żebrowego, służy do wyznaczania jednego z obwodów klatki piersiowej,

nasion (*n*) — punkt leżący na połączeniu kości nosowych z kością czołową w linii środkowej ciała,

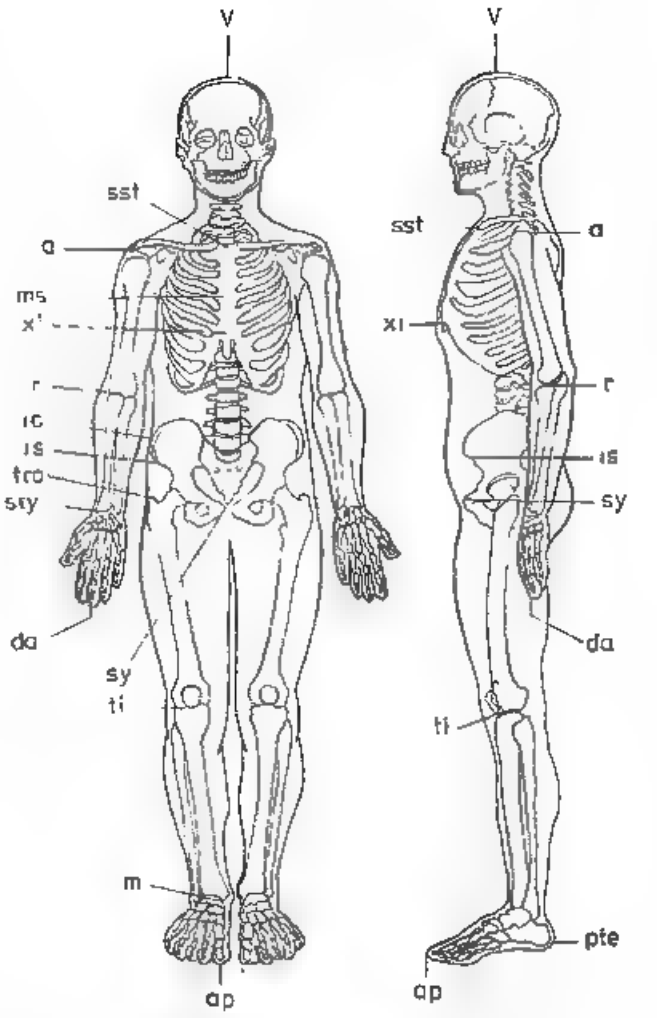
opisthocranion (*op*) — najdalej wystający ku tyłowi punkt głowy w linii środkowej ciała,

pternion (*pte*) — punkt położony najbardziej ku tyłowi na guzie piętowym kości piętowej,

radiale (*r*) — punkt położony na górnym brzegu główki kości promieniowej,

stylion (*sty*) — punkt położony najniżej na wyrostku rylcowatym kości promieniowej,

subnasale (*sn*) — punkt położony na granicy rynienki wargowej i przegrody nosowej w linii środkowej ciała,



Ryc. 4 4.15. Podstawowe punkty antropometryczne ciała

suprasternale (*sst*) — punkt położony na górnym brzegu wcięcia jarzmowego rękojeści mostka w linii środkowej ciała,

symphysion (*sy*) — punkt położony na górnym brzegu spojenia łonowego w linii środkowej ciała,

thoracolaterale (*thl*) — punkt położony na zewnętrznej powierzchni żeber w linii pachowej na wysokości punktu xiphoidale (*xi*),

thoracospinale (*ths*) — punkt położony na wyrostku kolczystym kręgu piersiowego leżącego na wysokości punktu xiphoidale (*xi*),

tibiale (*ti*) - punkt położony na górnym brzegu kłykcia przyśrodkowego kości piszczelowej,

trochanterion (*tro*) — punkt na najwyższym brzegu krętarza wielkiego kości udowej,

vertex (*v*) — punkt położony w linii środkowej ciała w miejscu najwyższym na głowie ustawionej w płaszczyźnie frankfurckiej,

xiphoidale (*xi*) — punkt położony w linii środkowej ciała na powierzchni przedniej mostka, w miejscu połączenia trzonu mostka z wyrostkiem mieczykowatym,

zygion (*zy*) — najdalej bocznie wysunięty punkt na łuku jarzmowym.

Technika wykonywania pomiarów

Większość pomiarów antropometrycznych należy wykonywać na osobie ustawionej w tzw. zasadniczej pozycji antropometrycznej. Oznacza to, że badany stoi swobodnie wyprostowany, z głową ustawioną w linii frankfurckiej*, z kończynami górnymi wyprostowanymi swobodnie wzdłuż tułowia (dłonie stroną wewnętrzną zwrócone do ud), z kończynami dolnymi wyprostowanymi w stawie kolanowym; przyśrodkowe krawędzie stóp lekko rozchylone, pięty razem.

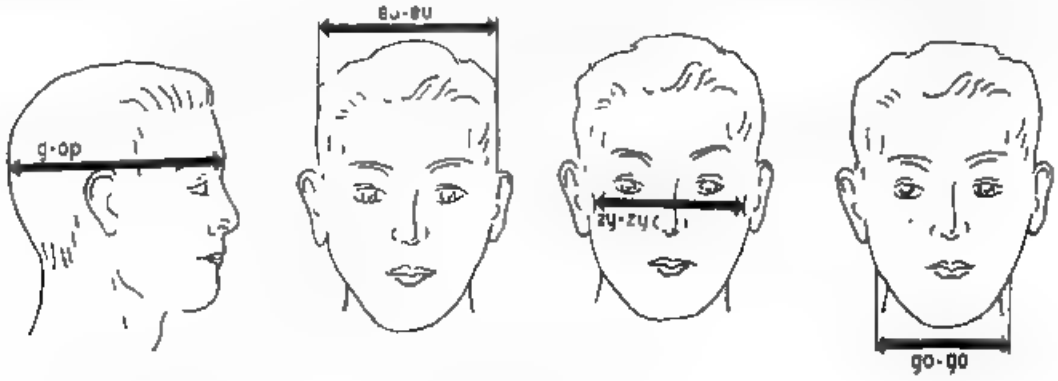
Zgodnie z zaleceniami Międzynarodowego Programu Badań Biologicznych pomiary jednostronne wykonujemy po lewej stronie ciała.

Nie wszystkie pomiary otrzymujemy bezpośrednio przez odczytanie wyniku na instrumencie. Niektóre z nich otrzymujemy jako różnicę między pomiarami uzyskanymi bezpośrednio i te pomiary nazywamy pośrednimi.

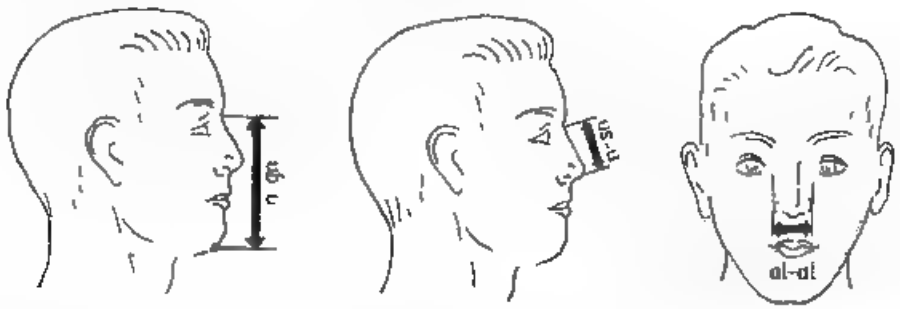
Podstawowy zestaw przyrządów antropometrycznych jest następujący: antropometr, liberometr, cyrkle kabłąkowe (duży i mały), cyrkiel suwakowy, taśma centymetrowa, fałdomierz i waga lekarska oraz niemowlęca

Pomiary głowy

Długość głowy (*g-op*). Cyrklem kabłąkowym małym mierzymy odległość między punktem stałym glabella a najdalej położonym na potylicy w linii środkowej ciała przy głowie ustawionej w linii frankfurckiej punktem opisthokranion.



Ryc. 4.4.16. Pomiary antropometryczne głowy



Ryc. 4.4.17. Pomiary antropometryczne głowy

* Linia frankfurcka — linia prosta przechodząca przez górny brzeg otworu słuchowego zewnętrznego i dolny brzeg oczodołu. Przy pomiarach głowy i wysokości ciała linia frankfurcka musi być równoległa do podstawy.

Szerokość głowy (*eu-eu*). Cyrklem kabłąkowym małym kolistym ruchem wyszukujemy największą odległość między punktami euryon.

Największa szerokość twarzy (*zy-zy*). Cyrklem kabłąkowym małym mierzymy największą odległość między najszerszymi miejscami łuków jarzmowych — ramiona cyrkla przesuwamy poziomo ku tyłowi i ku przodowi.

Szerokość twarzy dolnej (kątowa żuchwy) (*go-go*). Cyrklem kabłąkowym małym dość silnie uciskamy zewnętrzne krawędzie kątów żuchwy i mierzymy odległość między punktami gonion.

Wysokość twarzy morfologiczna (*n-gn*). Suwakiem; górne jego ramię ustawiamy w miejscu zagłębienia nasady nosa, drugie ramię, ruchome przesuwamy do dolnego brzegu żuchwy w linii środkowej.

Wysokość nosa (*n-sn*). Suwakiem mierzymy odległość od zagłębienia nasady nosa do jego podstawy.

Szerokość nosa (*al-al*). Suwakiem mierzymy odległość między najbardziej bocznie wysuniętymi punktami skrzydeł nosowych.

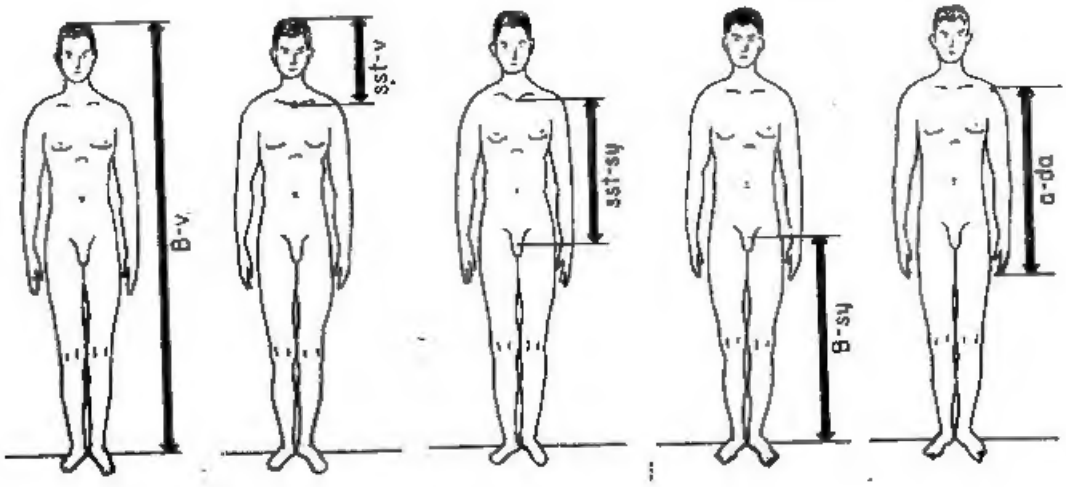
Pomiary długościowe

Wysokość ciała (*B-v*). Antropometrem mierzymy odległość między podstawą, na której stoi badany w pozycji zasadniczej a najwyższym punktem jego głowy. U noworodków i dzieci do ok. 15 miesiąca życia mierzymy liberometrem długość ciała, czyli odległość w pozycji leżącej między zewnętrzną powierzchnią stóp a najdalej położonym punktem głowy, przy czym głowa musi być także ułożona w linii frankfurckiej; w tym przypadku linia frankfurcka jest prostopadła do powierzchni, na której leży badany.

Długość głowy z szyją (*v-sst*). Pomiar pośredni obliczany z różnicy (*B-v*) — (*B-sst*).

Długość tułowia (*sst-sy*). Pomiar pośredni obliczany z różnicy (*B-sst*) — (*B-sy*).

Długość kończyn dolnych (*B-sy*). Antropometrem mierzymy odległość między podstawą, na której stoi badany a górnym brzegiem spojenia łonowego.



Ryc. 4.4.18. Pomiary długościowe ciała

Długość kończyny górnej (*a-da*). Pomiar pośredni obliczany z różnicy (*B-a*) — (*B-da*).

Długość ramienia (*a-r*). Pomiar pośredni obliczany z różnicy (*B-a*) — (*B-r*).

Długość przedramienia (*r-sty*). Pomiar pośredni obliczany z różnicy (*B-r*) — (*B-sty*).

Długość ręki (*sty-da*). Pomiar pośredni obliczany z różnicy (*B-sty*)—(*B-da*).

Długość uda (*sy-ti*). Pomiar pośredni obliczany z różnicy (*B-sy*)—(*B-ti*).

Długość podudzia (*ti-ml*). Pomiar pośredni obliczany z różnicy (*B-ti*)—(*B-ml*).

Wysokość stopy (*B-ml*). Antropometrem mierzymy odległość między podstawą, na której stoi badany a dolnym brzegiem kostki przyśrodkowej.

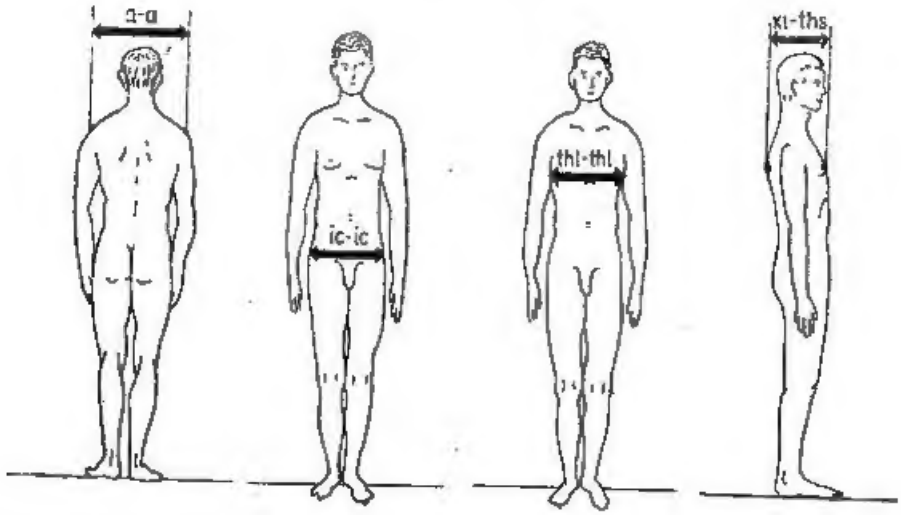
Długość stopy (*pte-ap*). Cyrklem suwakowym lub górnym członem antropometru mierzymy odległość od końca pięty do najdłuższego palca.

Pomiary szerokościowe

Szerokość barków (*a-a*). Cyrklem kabłąkowym dużym mierzymy odległość między zewnętrznymi brzegami wyrostków barkowych łopatki. W czasie wykonywania pomiaru badany stoi tyłem do mierzącego.

Szerokość bioder (*ic-ic*). Cyrklem kabłąkowym dużym mierzymy odległość między punktami położonymi najbardziej bocznie na grzebieniu kości biodrowej. Pomiar wykonujemy od przodu.

Wymiar poprzeczny klatki piersiowej (*thl-thl*) zwany także szerokością klatki piersiowej. Cyrklem kabłąkowym dużym mierzymy odległość między naj-



Ryc. 4.4.19. Pomiary szerokościowe ciała

bardziej bocznie w linii pachowej ułożonymi punktami *thl* zlokalizowanymi na żebrach (a nie w przestrzeni międzyżebrowej).

Wymiar strzałkowy klatki piersiowej (*xi-ths*) zwany także głębokością klatki piersiowej. Cyrklem kabłąkowym dużym mierzymy odległość między punktami *xiphoidale* i *thoracospinale*. Pomiaru dokonujemy w czasie bezdechu.

Obwody

Obwód głowy. Taśmę centymetrową prowadzimy z przodu głowy przez guzy czołowe, a z tyłu przez punkt *opisthokranion* (*op*).

Obwód klatki piersiowej. Mierzymy na wysokości punktu *xiphoidale* przy poziomym ułożeniu taśmy (z tyłu przebiega ona pod dolnymi kątami łopatek).

Obwód ramienia. Mierzymy taśmą centymetrową w środku rozluźnionego ramienia opuszczonego swobodnie w dół; taśma ułożona poprzecznie do osi ramienia.

Obwód przedramienia. Mierzymy taśmą centymetrową w miejscu największego rozwoju mięśni przedramienia przy rozluźnionym przedramieniu; taśma ułożona poprzecznie do osi przedramienia.

Obwód uda. Mierzymy poniżej fałdy pośladkowej przy poziomo ułożonej taśmie.

Obwód podudzia. Mierzymy taśmą centymetrową w miejscu najgrubszym łydki przy poziomo ułożonej taśmie i rozluźnionych oraz jednakowo obciążonych kończynach.

Fałdy skórno-tłuszczowe

Pomiar fałdów skórno-tłuszczowych wykonujemy następująco: w prawej ręce trzymamy fałdomierz, I i II palcem lewej ręki odciągamy fałd skórno-tłuszczowy i następnie do jego podstawy przykładamy powierzchnie mierzące fałdomierza. Wynik odczytujemy w milimetrach przy ucisku powierzchni mierzących cyrkla wynoszącym 10 g/mm^2.

W badaniach przeglądowych fałdy skórno-tłuszczowe mierzymy najczęściej w 3 miejscach:

1) na tylnej powierzchni ramienia, nad mięśniem trójgłowym ramienia. Mierzymy fałd przebiegający pionowo, przy ramieniu opuszczonym swobodnie ku dołowi;

2) na plecach, poniżej dolnego kąta łopatki; fałd przebiega poziomo;

3) na brzuchu, w jednej czwartej odległości między pępkiem a kolcem biodrowym przednim górnym od strony pępka; skośny przebieg fałdu.

Ciężar ciała

Niemowlęta do 18 miesiąca życia ważymy na wadze niemowlęcej z dokładnością do 10 g w pozycji leżącej.

Na wadze lekarskiej określamy ciężar ciała z dokładnością do 100 g. Pomiaru dokonujemy w pozycji stojącej.

Przed dokonaniem pomiaru ciężaru ciała należy każdorazowo sprawdzić czy waga jest wytarowana.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE
ODDZIAŁ W POZNANIU

Wydanie I. Nakład 4900+100 egz. Ark. wyd. 38. Ark. druk. 28,25. Papier druk. sat. kl. V 70 g, 70×100. Do składu oddano 28 XII 1979 r. Druk ukończono w sierpniu 1980 r. Zam. nr 10/236 T-8/265. Cena zł 56,—

DRUKARNIA UNIWERSYTETU
IM. ADAMA MICKIEWICZA W POZNANIU